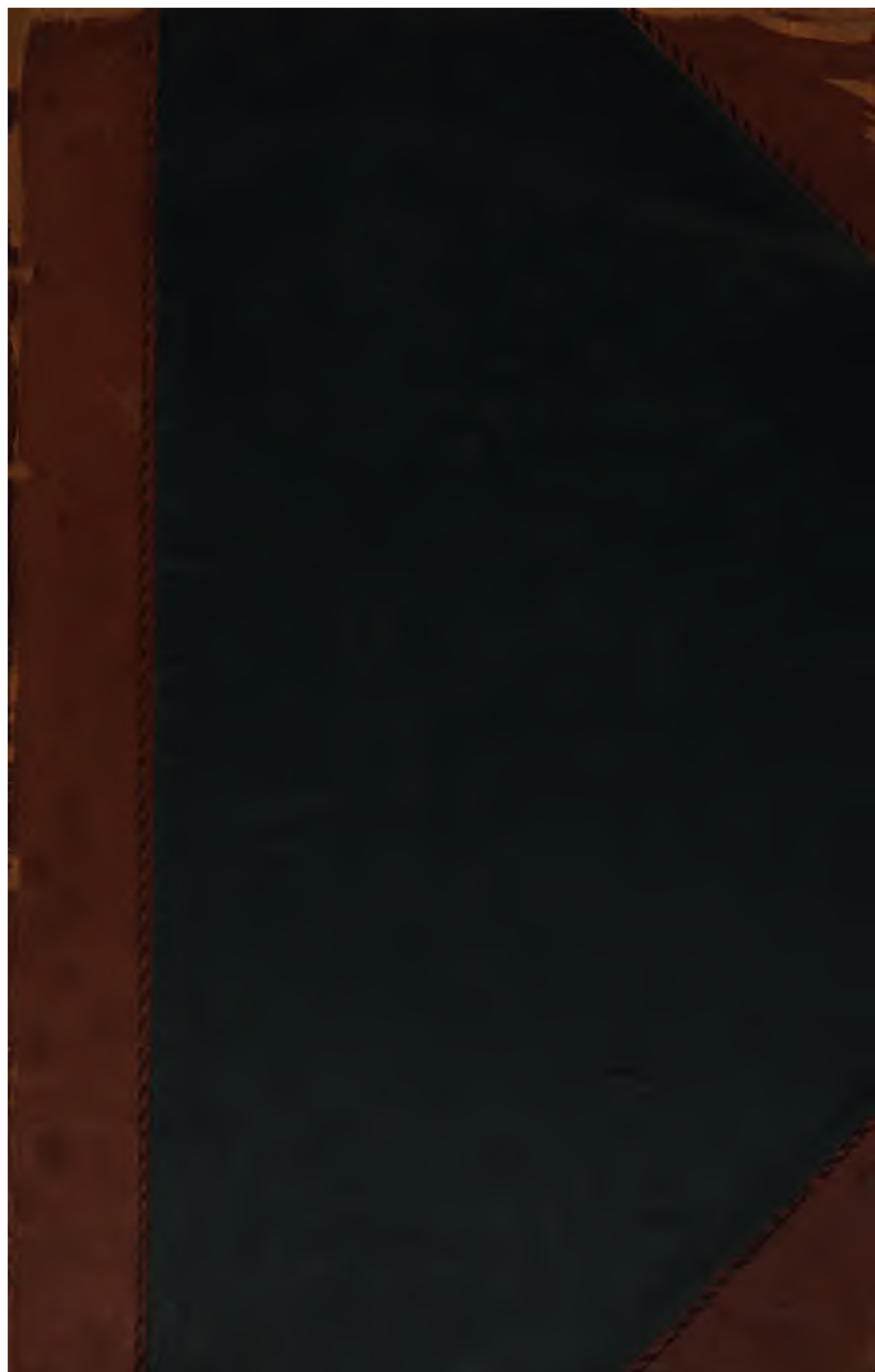






KRYSTALLOGRAPHISCH-OPTISCHE

UNTERSUCHUNGEN.

VON

PROF. D^R. JOS. GRAILICH,

CUSTOSADJUNCTEN AM K. HOF-MINERALIENKABINET.

EINE VON DER KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN AM 30. MAI 1857

GEKRÖNTE PREISSCHRIFT.

WIEN & OLMÜZ.

EDUARD HÖLZEL'S VERLAGS-EXPEDITION.

1858.


BIBLIOTHECA BODLEIANA
DOMINUS ILLUMINATIO MEA

HERRN REGIERUNGSRATH

ANDREAS RITTER VON ETTINGSHAUSEN

AUS INNIGER

DANKBARKEIT UND VEREHRUNG

GEWIDMET.

INHALTSVERZEICHNISS.

I. Beobachtungsmethoden.

II. Specieller Theil.

III. Anhang.

Berichtigungen:

Seite 65, Zeile 1 von unten: statt der Wellenlänge, lies: dem der Wellenlänge.
„ 159, „ 2 von oben: „ HO lies 8 HO.
„ 162, „ 3 von unten: „ 10 HO lies 12 HO.
„ 172, „ 5 „ „ 2 (U_2O_3, AcO_3) + 6 HO lies: (U_2O_3 AcO_3) + 5 HO.
„ 175, „ 15 „ „ 6 HO lies 12 HO.

Vorwort.

Die kaiserliche Akademie der Wissenschaften hatte in der feierlichen Sitzung vom 30. Mai 1855 eine Preisaufgabe folgenden Inhaltes gestellt:

Krystallographische und optische Untersuchungen von in chemischen Laboratorien erzeugten Präparaten.

Als Termin zur Einsendung der Bewerbungsschriften wurde der 31. December 1856 gesetzt.

An dem genannten Tage übergab ich meine Arbeit mit dem Motto:

„Nur die allseitige Erforschung der Krystalle kann die Grundlagen einer künftigen Moleculartheorie schaffen"

und es wurde von der aus den wirklichen Mitgliedern, den H. H. Generalsecretär Professor Schrötter, Sectionsrath Haidinger und Regierungsrath Professor Zippe bestehenden Prüfungscommission dieselbe preiswürdig erkannt. Am 30. Mai 1857 wurde diess in der feierlichen Sitzung öffentlich kundgegeben.

Das Gutachten der Commission befindet sich in dem Berichte der feierlichen Sitzung, so wie in den Sitzungsberichten der Akademie.

Die Publikation zog sich etwas in die Länge wegen der Herstellung der erforderlichen Holzschnitte.

Durch eine geraume Zeit wurde alle Aufmerksamkeit der Naturforscher, welche die Untersuchung der Substanz sich zur Aufgabe gestellt, durch die Ermittelung der rein chemischen Verhältnisse in Anspruch genommen. Was ist die empirische, was die theoretische Formel einer Verbindung, welche Reactionen treten ein, wenn sie mit anderen Substanzen in Berührung kommt, welche Stelle gebührt ihr daher im chemischen Systeme? — das sind die Fragen, welche alle Thätigkeit ausschliesslich absorbiren. Zwar wurde die Krystallform mit zunehmendem Interesse studirt: und es haben Haidinger, Mitscherlich, Brooke, Miller, G. Rose, Kopp, Heusser, Schabus, de la Provostaye, Sénarmont, Pasteur, Sella, Descloizeaux, Keferstein, und zumal Rammelsberg und Marignac ein reiches Material von Messungen geschaffen. Aber mit der Ermittelung der chemischen Formel und der Krystallform ist die Substanz erst individualisirt; die eigentlich physikalische Untersuchung kann nach der Feststellung des Individuums erst beginnen. Die Frage ist nämlich: welche Function der Substanz (unter Berücksichtigung ihrer etwaigen allotropen oder polymeren Verhältnisse) und der Krystallform ist die Dichtigkeit, die Theilbarkeit, die Härte, die Elasticität, das thermische, optische, elektrische

und magnetische Verhalten der Körper? Denn bei Krystallen ist man einer regelmässigen und nach gleichen Richtungen gleichartigen Anordnung der letzten Massentheilchen sicher; man kann sie desshalb einer physikalischen Betrachtung mit mehr Hoffnung auf Erfolg unterziehen, als amorphe Substanzen, über deren innere Constitution man sich kaum eine plausible Vorstellung zu bilden vermag. Gase und tropfbare Flüssigkeiten repräsentiren, sobald wir sie unbegrenzt denken, Systeme, die nach allen Richtungen hin gleichartig beschaffen sind; in Krystallen tritt das Gesetz der Symmetrie an die Stelle der allseitigen Gleichartigkeit. Da nun an die gleiche Symmetrie alle oder doch die meisten physikalischen Verhältnisse gebunden, und höchstens mehrere Ordnungen der Symmetrie an einer und derselben Substanz nachweisbar sind,. (wie denn die Härte- und Theilungsverhältnisse, sowie die der körperlichen Elastitität eine andere Vertheilung aufweisen, als die optischen Erscheinungen); da in den isomorphen Gruppen nicht minder als in den von den Physikern bisher kaum noch beachteten isomeren Substanzen die Anhaltspunkte gegeben sind, bei gleicher Form den Einfluss der Substanz, bei gleicher Substanz den Einfluss ihrer inneren atomistischen Anordnung auf die Verschiedenheit der physikalischen Verhältnisse zu ermitteln; da endlich in jedem einzelnen Krystalle wegen Gleichartigkeit der Substanz, die aus der blossen Verschiedenheit der molecularen Anordnung entspringenden Modificationen der übrigen Erscheinungen bestimmt werden können, so ist ein Krystall beredter als ein Gas oder eine tropfbare Flüssigkeit, und lohnt die grössere Mühe seiner Untersuchung durch die Beantwortung einer grösseren Reihe von Fragen. Es ist nicht zu verhehlen, dass bis jetzt nur sehr wenige Anhaltspunkte aus solchen Untersuchungen gewonnen worden sind; es ist eben des Beobachteten noch viel zu wenig. Es haben zwar seit Brewster und Biot, ausgezeichnete Forscher mit Liebe dieses Feld gepflegt; es haben Savart, Frankenheim, Seebeck, Mitscherlich, Haidinger, Knoblauch, Rudberg, Neumann, Herschel, Miller, Dove, Marx, v. Nörrenberg, Müller, Soret, Babinet, Sénarmont, Heusser, Beer, Angström, Descloizeaux, Pasteur, Riess, G. Rose, Hankel, Faraday, Plücker, Tyndall, Feilitzsch, Jamin, Franz und Wiedemann, eine reiche Erndte von Thatsachen gewonnen, und es fehlt nicht an Versuchen einer theoretischen Ableitung wenigstens einzelner Kategorien von Erscheinungen. Aber eine fundamentale Schwierigkeit steht noch immer aller fruchtbaren Anwendung der Analysis im Gebiete der qualitativ verschiedenen Materien im Wege: es ist bisher kein Mittel gefunden die wägbaren Massenpuncte in einfache und einleuchtende Beziehung zu den verschiedenartigen Actionen des Lichts, der Elektricität u. s. w. zu bringen. Es scheint, dass der Vorwurf, den Redtenbacher in seiner Schrift über die Dynamide der Cauchyschen Analyse macht, dass ihre physikalischen Grundlagen zu einfach gewählt seien, wohl begründet ist; doch hat weder das Bestreben Broch's, aus diesen Grundlagen durch genaue Discussion der einzelnen Funktionsglieder auf die Wechselwirkung zwischen Materie und Aether einen brauchbaren Schluss zu gewinnen, noch der Versuch Redtenbacher's, durch etwas erweiterte, und von vorneherein plausible

Annahmen zur Erklärung wenigstens der optischen Erscheinungen zu gelangen, bisher Erfolg gehabt; denn während hier im Verlaufe der analytischen Entwicklungen allmälig eine Annahme nach der anderen zurückgenommen, oder doch in ihrer eigentlichen Bedeutung beschränkt wird, stehen dort von vorneherein zwei, gleichen Bedingungen unterworfene Molecularsysteme einander gleichsam beziehungslos gegenüber, und es kann darum auch für die physikalische Einsicht nicht um ein Jota mehr gewonnen werden, als in die Rechnung an ihrem Ausgangspunkte gelegt wurde. Aus demselben Grunde blieb auch die letzte scharfsinnige Ueberarbeitung, welche Cauchy seiner Theorie angedeihen liess, und welche nunmehr auch schon die Drehung der Polarisationsebene in sich fasst, ohne ein Ergebniss, das über den eigentlichen Vorgang bei diesen Actionen Auskunft gäbe: so wenig wie aus den tiefsinnigen Theorien von Poisson, Green, Plana und Gauss ein anschauliches Bild der elektrostatischen Wirkung sich ableiten lässt. Es sind überall Darstellungen, welche der Hauptform nach mit den Erscheinungen der Natur übereinstimmen; aber es ist nunmehr die Aufgabe diese Erscheinungen abzuleiten, unter Berücksichtigung dessen, was die Chemie über die innere Constitution der Körper gelehrt hat, und sie nicht aus der Annahme irgend welcher idealen Medien, oder der Zugrundelegung irgend welcher an und für sich plausiblen Principien die aber nicht anschaulich und constructiv sind, abzuleiten. Denn alles, was in der Natur geschieht, geschieht in Raum und Zeit, und jede Erscheinung, die auf Bewegung beruht, muss auf einfache und fassbare Anschauungen zurückgeführt werden können. Man muss daher Young's und Fresnel's Arbeiten vom physikalischen Standpunkte aus immer noch höher halten, als alle die grossen und bedeutenden mathematisch weit überlegenen theoretischen Untersuchungen, welche durch sie in der Optik seitdem veranlasst worden sind. Die neueren Entdeckungen über das magnetische Verhalten der Körper haben nicht wenig dazu beigetragen, die Berücksichtigung der chemischen Qualität bei physikalischen Actionen in den Vordergrund zu rücken, und man darf wohl sagen, dass seit Malus Wahrnehmung keine Thatsache in dieser Beziehung folgenreicher wurde, als die Entdeckung des Diamagnetismus durch Faraday. Aber dort wie hier haben sich Krystalle sogleich in erster Linie der Beobachtung dargeboten, und Plücker's, Knoblauch's und Tyndall's merkwürdige Resultate haben die Fruchtbarkeit solcher Beobachtungen genügend constatirt.

Es ist nicht zu verkennen, dass die Arbeit auf diesem Felde ungleich mehr Resignation fordert, als in irgend einer anderen Richtung der beobachtenden und experimentirenden Physik. Es kann gar kein Gelingen gehofft werden, so lange nicht die Untersuchungen im grossen Masstabe an ganzen Gruppen isomorpher Körper ausgeführt werden; so lange nicht die strengste kritische Prüfung aller irgend zweifelhaften Thatsachen vorgenommen ist; so lange nicht die physikalische Erforschung auf das gesammte Verhalten ausgedehnt worden. Jeder, der sich mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt, kennt die zahllosen Hemmnisse, die sich hier darbieten: in dem Mangel brauchbarer Krystallindividuen, in der nicht unbeträchtlichen Schwierigkeit des Schliffes, in

der raschen Veränderlichkeit vieler chemischen Präparate, in der Seltenheit brauchbarer Apparate. Doch vermag der Einzelne aus solchen Gründen nur wenig, so ist auch das Wenige, sobald es mit Sorgfalt gearbeitet worden, schätzbar im Kreise des Ganzen, und es kann die geringere Aussicht auf eigene, abgeschlossene grössere Resultate ihr Gegengewicht finden, in dem Hinblick auf die grossen und fundamentalen Fragen der Naturforschung, die nur auf solchem Wege ihre Lösung finden können. Im Bewusstsein dessen wage ich es denn auch die vielfach lückenhaften und unvollständigen Beobachtungen, die in dieser Schrift niedergelegt sind, zu veröffentlichen: nicht blos dass sie nur einen sehr geringen Theil des oben bezeichneten Gebietes berühren, sind sie auch in diesem häufig ohne vollendeten Abschluss geblieben. Ich habe bei vielen Verbindungen die optischen Verhältnisse der Lösung studieren können, bei weitem aber, wegen Mangel an Substanz, nicht bei allen; derselbe Mangel hat hie und da die Schärfe der krystallographischen Bestimmungen beeinträchtiget, die optische Untersuchung der Krystalle aber durchwegs auf einen oder einige Gesichtspunkte beschränkt. Leider sind selbst die Wassergehalte mehrerer Substanzen unbestimmt geblieben, während ich für andere erst nach dem Schlusse des Druckes berichtigte Angaben erhielt. Ich muss meinen wärmsten Dank den H. H. Professor Schrötter, Sectionsrath Haidinger, C. R. von Hauer, Custos Dr. M. Hörnes, Schafařik und Weselski für die Ueberlassung brauchbarer Krystalle, dem Herrn Professor Redtenbacher für die Darstellung mehrerer flüssiger, interessanter organischer Verbindungen aussprechen; Herrn Regierungs-Rath von Ettingshausen und Herrn Professor Schrötter aber für die freundliche Liberalität, mit welcher sie mir die Apparate jener Museen, deren Vorstände sie sind, zugänglich machten. Im physikalischen Institute ergab sich die Gelegenheit manche neue Methode zu versuchen und durchzuführen, und bestehende Methoden zu prüfen und hin und wieder zu vereinfachen; ich habe in den ersten Bogen sowie in dem Anhange die von mir angewandten Verfahren näher beschrieben, und mich dabei einer möglichst populären Darstellungsweise beflissen, um anderen Forschern, welche Laboratorien und mineralogischen Museen nahe stehen, die Untersuchung zu erleichtern.

Schliesslich erübrigt noch, dass ich meinem lieben Freunde, Herrn Dr. V. von Lang, meinen besten Dank sage, der mir bei der Redaction dieser Arbeit mit seltener Ausdauer zur Seite stand; von ihm rührt bei weitem die grösste Zahl der Krystallzeichnungen her. Ebenso danke ich manche Hilfe den Herren Murmann, Handl und A. Weiss; es ist überall angegeben, wo sie auf meinen Wunsch nachträgliche Beobachtungen ausgeführt haben.

Wien, am Ostersonntage 1858. **Grailich.**

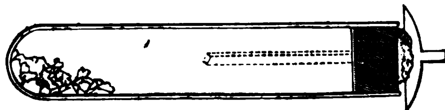
Krystallmessung.

Die Messung geschah ohne Ausnahme mit Hilfe eines Mitscherlich'schen Goniometers mit zwei Fernröhren, mit Beibehaltung des Princips der Repetition. Die angegebenen Winkel sind die gemessenen, d. i. die Supplemente der Kantenwinkel.

Von den meisten Substanzen stand eine grössere Anzahl von wohlausgebildeten Krystallen zu Gebote; die angegebenen Messungsdaten sind Mittel aus der Beobachtung an mehreren Individuen.

Bei sehr zerfliesslichen Krystallen wurde der Versuch gemacht, sie in gut cylindrische kurze Glaseprouvetten einzuschliessen, in welche an einer vom Krystall entfernten Stelle ein Stück Chlorcalcium gebracht worden. Der Krystall wurde zu dem Ende mit Wachs auf Kork befestigt, dieser als Stöpsel in die Oeffnung der Eprouvette gesteckt und das Ganze mit dem freien Ende des Korkes auf das Ansatzstäbchen geklebt, welches an dem Einstellungsapparate einzuschieben ist. Im Ganzen bewährte sich aber diese Methode nicht; die unregelmässige Form der Glasröhren, die verschiedenartige Reflexion und Lichtschwächung, die Beschränktheit endlich des Arbeitsraumes des Apparates, wo die Ebene der Fernrohraxen von der des Limbus nicht zu entfernen ist, da die Fernröhre am Gestell des Instrumentes fest geschraubt sind, machten es, dass ich diese Versuche bald wieder aufgab und zur gewöhnlichen Methode zurückkehrte. Am Nickelchlorid — zweifach Cadmiumchlorid wurden jedoch die Winkel in der angegebenen Weise bestimmt, da sich bei wiederholter Messung gute Uebereinstimmung zwischen den Einzelbeobachtungen zeigte.

Fig. 1.



Manche Krystalle erhielt ich in so kleinen Exemplaren, dabei noch theilweise an der Oberfläche zerstört, dass es nicht möglich war, über ihren Gesammthabitus aus der Betrachtung unter der Loupe in's Klare zu kommen. In diesem Falle schlug ich ein von der gewöhnlichen Bestimmungsweise abweichendes Verfahren ein, das sich als brauchbar bewährte; es ist gegründet auf die sphärische Projection der Zonen. Die vanadinsauren Salze wurden nach demselben bestimmt, und ich hebe als Beispiel den zweifach vanadinsauren Strontian heraus, um daran das Verfahren zu erläutern.

Fig. 2.



Fig. 2. stellt einen sehr vergrösserten Krystall dar. Von Kanten sind nur Spuren vorhanden; die Ecken sind theils ausgebröckelt theils mit sehr kleinen Krystallchen überwachsen; die Flächen zeigen ebenso ausgebröckelte, theilweise zerstörte Stellen. Auf ein Wachsstäbchen geklebt sieht man beim Drehen vor dem Auge gleichwohl sehr gut spiegelnde Flächenelemente leuchten; auch sind mehre Zonen unverkennbar zu unterscheiden. Es wurde mit der Loupe eine ausgezeichnete Fläche, in diesem Falle a, ausgesucht, und diese so genau als möglich copirt, auch die benachbarten Flächen angedeutet, so dass es möglich wurde, von dieser Fläche aus sich über den ganzen übrigen Krystall zu orientiren.

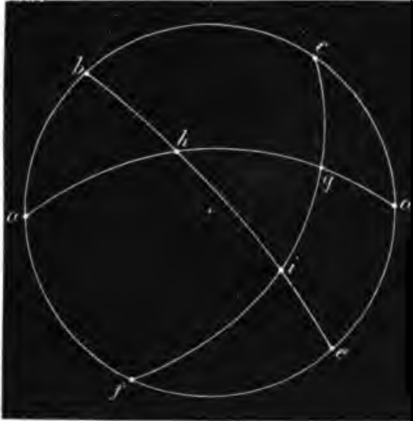
Der Krystall wurde nun auf Wachs geklebt und dann so lange mit dem Finger daran geknetet, bis beim Drehen des Wachsstäbchens eine Zone mit a einspielte. Der Krystall wurde dann mittelst des Wachsstäbchens an den Apparat befestigt und die Einstellung und Messung der Zone ausgeführt.

Bei der Einstellung fand sich manchmal, theils wegen Streifung, theils wegen allzugeringer Dimensionen der Flächen, dass das Spiegelkreuz nicht sichtbar wurde. Diesen Schwierigkeiten begegnet man oft auch an sonst wohlausgebildeten Individuen. Ist die Streifung parallel dem Horizontal- oder dem Verticalfaden, so verschwindet das Bild des entsprechenden parallelen Fadens und es ist dies Verschwinden ein so

feines Kennzeichen für Streifung, dass man, dadurch geleitet, oft vermag, nachträglich bei scharfem Zusehen mit der Loupe und geeigneter Stellung der Spiegelfläche gegen das Licht die bei oberflächlicher Betrachtung entgangenen Parallellinien der Flächen aufzufinden. Sollte der Horizontalfaden verschwinden, so macht das Justiren keine Schwierigkeit, da für diese nur der Verticalfaden nöthig ist; wird aber durch eine Streifung parallel zum Bilde des Verticalfadens dieser unsichtbar, so stelle ich das Fadenkreuz im Beleuchtungsfernrohr diagonal: es werden beide Fäden, wenn auch etwas verwaschener, sichtbar und die Justirung wird nun in der Weise durchgeführt, dass durch eine leise Bewegung des Krystalles das Bild des Kreuzpunctes längs des Verticalfadens im Ocularfernrohr auf- und abgeführt wird, und zwar wird mittelst der Justirungsschrauben der Krystall so gestellt, dass der Kreuzpunkt stets am Verticalfaden sich fortbewegt, oder dass der Verticalfaden das Bild des gespiegelten Fadenkreuzes stets in gleicher Weise in dem Durchkreuzungspuncte der diagonalen Fäden durchschneidet. — Bei der Messung wird dann im ersten Falle (wo der Verticalfaden sichtbar ist) das Fadenkreuz des Beleuchtungsfernrohres diagonal gerichtet, im letzteren Falle aber das Fadenkreuz des Beleuchtungsfernrohres wieder normal gestellt. Bei jener Stellung wird zur Einstellung der Durchkreuzungspunct, in dieser der Horizontalfaden benützt. — Sind die Flächen sehr klein, so bleibt nichts anderes übrig, als die Genaujustirung zweier grösserer Flächen der Zone auszuführen und anzunehmen, dass sich die kleine Fläche dadurch zugleich justirt habe, eine Annahme, die um so genauer zutrifft, je kleiner und regelmässiger die Krystalle sind; denn bei einigermassen beträchtlichen Dimensionen ist es schwer, eine vollkommene Säule, d. i. ein Flächensystem aufzufinden, das durchaus in eine Zone entfällt. Sollten grössere Flächen überhaupt fehlen, oder nicht in der entsprechenden Deutlichkeit vorhanden sein, so bleibt die Justirung sehr unsicher: man ist auf das blosse, mehr oder weniger deutliche Aufblitzen der Spiegelflächen angewiesen und kann auch hier bei etwas längeren Facetten beträchtliche Fehler begehen.

Die gemessene Zone a, b, c wurde auf die Peripherie eines Kreises Fig. 3. aufgetragen; es fand sich

Fig. 3.



ab = 53° 44'
bc = 64° 6'
cd = 62° 12'
de = 53° 45·5'
ef = 64° 2·5'
fa = 62° 13'

Fläche c und f zeigen starke Streifung, stellenweise aber auch vollkommen ebene Flächen; die Streifung deckt den Verticalfaden, ist also normal zur Zonenaxe.

Der Krystall wurde herabgenommen und indem das Auge wieder die Fläche a festhielt, wurde eine neue Zone gesucht; es fand sich bald, dass die stark zerbröckelten Flächen g und h mit a tautozonal sind, und nachdem der Krystall am Goniometer befestigt worden, spiegelten noch zwei kleine aber klare Flächen in der Zone. Es wurde nun in die Projection von a nach d ein beliebiger Kreisbogen gezogen, da über die Lage der neuen Zone durchaus nichts Näheres bekannt war. Auf diesem Bogen wurden der Messung entsprechend eingetragen:

ah = 62° 36'
hg = 58° 30' (unsicher auf g)
gd = 58° 50' (unsicher auf g)
dh' = 62° 39'
h'g' = 58° 25' (unsicher auf g')
g'a = 58° 40' (unsicher auf g').

Die Flächen g und g' sind stark gestreift; die Streifung schief zur Zonenrichtung. Die gestreiften Flächen g und c der ersten ~~und~~ zweiten Zone wurden nun aufgesucht und diese Zone zur Messung eingestellt. Auch hier zeigten sich 6 Flächen, alle gestreift, eine fast verschwindend klein. In der Projection wurde der Kreisbogen cgf gezogen und hierauf die Winkel eingetragen, wie sie der Reihe nach beobachtet wurden:

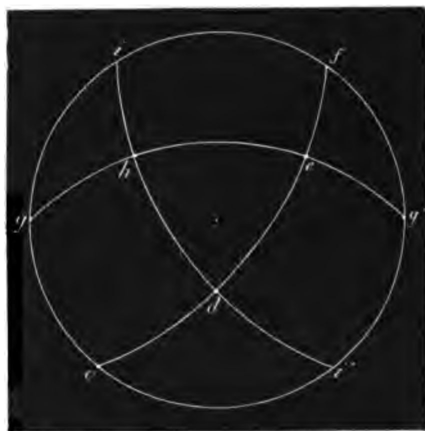
cg = 54° 30'
gi = 54° 30'

if = 71° 10′
fg′ = 54° 25′
g′i′ = 55° (sehr unsicher wegen starker Streifung von g und zu geringer Dimensionen von i′)
i′c = 70° (sehr unsicher, aus denselben Ursachen).

Die Streifung deckt überall den Horizontalfaden, läuft demnach der Zonenaxe parallel. In der Projection fand sich nun noch eine Zone angedeutet durch die Puncte b, h, i, e; mittelst der Fläche a und der gestreiften Zone c, g, i, f war es leicht, sich über die Lage dieser Zone zu orientiren und es ergab sich

bh = 53° 40·5′
hi = 62° 10′
ie = 64° 0′
eh′ = 53° 50′ (unsicher)
h′i′ = 62° 30′ (unsicher)
i′b = 64° 5′.

Fig. 4.



Die eingetragenen Werthe lassen nun über die Orientirung der Flächen keinen Zweifel mehr übrig. Offenbar sind die Kanten hi und cd, hg und gd, ig und gc, ab und bh gleichwerthig; also
fa + ab = bh + hi.

Nimmt man, geleitet durch die Streifung figc als Zone des aufrechten Prisma, so wird e eine Schiefendfläche, während a und h einer hintern Hemipyramide angehören.

Dieselbe Betrachtungsweise lässt sich auch an Krystallen mit unvollkommener Flächenzahl durchführen. Die Symmetrie der Projection leitet rasch zur richtigen Anschauung und Aufstellung. Selbst bei wohlausgebildeten Krystallen hat man an ihr ein treffliches Mittel zur leichteren Orientirung, und Anschauung und Berechnung finden sich gleichmässig geleitet und unterstützt.

Benennung und Bezeichnung der Krystallformen.

Die Literatur der Krystallographie ist reich an Symbolen und Namen für die Systeme und Formen der Krystalle. Sym-

bol und Name werden in der Vorstellung nur durch das Bezeichnete verknüpft; es ist darum möglich eklektisch zu verfahren und aus dem, was die verschiedenen Meister krystallographischer Lehrsysteme geschaffen haben, das Zweckmässigste auszuwählen. Unter gleich brauchbaren Symbolen und Namen wird dann die grössere Verbreitung der einen oder anderen Ausdrucksweise zu berücksichtigen sein; denn seit die Krystallographie eine vielsprachige Wissenschaft geworden, ist neben innerer Zweckmässigkeit auch noch die Rückkehr zur Einheit und Gleichförmigkeit in der Ausdrucksweise als eine dringende Forderung zu betrachten. Es wird daher die Pietät gegenüber den Werken einzelner grosser Gelehrten der höheren Pietät gegenüber der formellen Vollendung der Wissenschaft weichen müssen, und bei der Wahl der Symbole und Namen die erste Frage die sein: welche sind die zweckmässigsten? und die zweite: welche sind unter gleich zweckmässigen die verbreitetsten?

Ich benenne Krystallformen und Krystallsysteme nach Naumann. Eine Abweichung musste ich mir nur in der Benennung des tetragonalen Systemes erlauben; tetragonal ist auch der Durchschnitt zweier Domen des rhombischen Systemes (die sogenannte Hilfsgestalt, oder das Diprisma der Mohsischen Schule), tetragonal bezeichnet daher nicht das wesentlich unterscheidende des Systemes von zwei gleichwerthigen rechtwinkligen Queraxen. Der Einwurf Naumann's, dass das ungleich richtigere „quadratisch“ der lateinischen Sprache entnommen sei, während alle übrigen Namen der griechischen Sprache angehören, darf wohl dem sachlichen Bedenken gegenüber nicht zu schwer in die Wagschale fallen.

Ich bezeichne die Krystallformen nach Miller. Die directe Weiss'sche Bezeichnungsweise hat zwar den Vortheil, unmittelbar die Axenabschnitte zu geben; sie hat aber den Nachtheil räumlich breiter und für die Zonenberechnungen nicht so unmittelbar handsam zu sein. Die Reciproken schliessen sich der trigonometrischen Lösung der Rechnungsaufgaben so einfach an und fordern doch von der Anschauung nur eine um so Geringes grössere Bethätigung, dass ich dieser Form der Symbole unbedingt den Vorzug geben musste. Je mehr die physikalische Erforschung die verschiedene Bedeutung ver-

schiedener Richtungen im Krystalle feststellen, je häufiger daher die Nöthigung, einzelne Flächen zur Betrachtung herauszuheben, sich ergeben wird, um so bereitwilliger wird man den Gebrauch von Symbolen adoptiren, welche den verschiedenen Anforderungen: kurz, einfach, anschaulich und bequem zur Berechnung zu sein, in gleich trefflicher Weise entsprechen.

Ich bezeichne die Krystallflächen in der Zeichnung mit abgekürzten Symbolen, und halte mich hierin mit geringen Abänderungen an das Verfahren Rammelsberg's in seiner krystallographischen Chemie, diesem ausgezeichneten Musterwerke kritischer und einfacher krystallographischer Darstellung. Im Tesseralsystem ist es zwar immer noch das einfachste, die Miller'schen Symbole auch für die Figuren unverändert zu belassen; in den verschiedenen prismatischen und im quadratischen Systeme aber zog ich die Rammelsberg'schen Zeichen vor, da sie die durch Analogie mit dem Tesseralsystem zusammengehörigen Oktaid-, Dodekaid- und Hexaidflächen trefflich veranschaulichen. Ist (h k l) Symbol einer Pyramide des rhombischen oder quadratischen Systemes, so bezeichne ich die Flächen wie folgt:

$(h\,k\,l)$ durch $\frac{1}{h}o\frac{1}{k}$, $(h\,k\,\bar{l})$ durch $\frac{1}{h}\underline{o}\frac{1}{k}$
$(\bar{h}\,k\,l)$ „ $\frac{1}{h}{}'o\frac{1}{k}$, $(\bar{h}\,k\,\bar{l})$ „ $\frac{1}{h}{}'\underline{o}\frac{1}{k}$
$(h\,\bar{k}\,l)$ „ $\frac{1}{h}o'\frac{1}{k}$, $(h\,\bar{k}\,\bar{l})$ „ $\frac{1}{h}\underline{o}'\frac{1}{k}$
$(\bar{h}\,\bar{k}\,l)$ „ $\frac{1}{h}{}'o'\frac{1}{k}$, $(\bar{h}\,\bar{k}\,\bar{l})$ „ $\frac{1}{h}{}'\underline{o}'\frac{1}{k}$

Diese Symbole sehen in ihrer allgemeinen Form zwar verwickelt genug aus; in Praxi wird jedoch die Flächenbezeichnung dadurch wesentlich vereinfacht.

Die Prismen (h k o) und die Domen (o k l) und (h o l) werden jederzeit durch die Buchstaben p, q, r bezeichnet und zwar ist q ein Makrodoma, r ein Brachydoma. Es ist

$(h\,k\,o) = p\frac{h}{k}$, $(o\,k\,l) = q\frac{k}{l}$, $(h\,o\,l) = r\frac{h}{l}$
$(\bar{h}\,k\,o) = p'\frac{h}{k}$, $(o\,\bar{k}\,l) = q'\frac{k}{l}$, $(\bar{h}\,o\,l) = {}'r\frac{h}{l}$
$(h\,\bar{k}\,o) = {}'p\frac{h}{k}$, $(o\,k\,\bar{l}) = \underline{q}\frac{k}{l}$, $(h\,o\,\bar{l}) = \underline{r}\frac{h}{l}$
$(\bar{h}\,\bar{k}\,o) = {}'p'\frac{h}{k}$, $(o\,\bar{k}\,\bar{l}) = \underline{q}'\frac{k}{l}$, $(\bar{h}\,o\,\bar{l}) = {}'\underline{r}\frac{h}{l}$

Die Endflächen tragen die Buchstaben der Axen, durch welche sie geschnitten werden.

Für die schiefaxigen Formen gilt das Analoge; es schien nicht nothwendig, in dem Symbol der Fläche die Lage gegen die Symmetrieebenen eigens anzumerken, da diese aus der Figur unmittelbar zu ersehen ist.

Den Figuren wurde meist die Mohsische Projection zu Grunde gelegt; nur wo lästige Häufung von Durchschnitten an einer Stelle eintrat, wurde die Grundform mehr oder weniger gedreht.

Der perspectivischen Zeichnung wurde in manchen Fällen eine Horizontalprojection beigefügt; es geschah dies zumal bei stark verzogenen rhombischen und klinoëdrischen Formen, welche in dieser Projection leichter wieder zu erkennen sind, als in der perspectivischen Abbildung.

Wo reiche Zonen auftreten, wurde die stereographische Projection derselben beigefügt. Es kostet nur geringe Uebung, um sich in dieser zu orientiren und ist das erreicht, so ergänzt die Kenntniss des gesetzmässigen Zonenzusammenhanges die weniger bestimmte Vorstellung, welche das perspectivische Bild erzeugt. Die schematische Projection (sei sie nun die gnomonische, stereographische oder Linear-Projection) einer flächenreichen Combination, oder die des gesammten Flächensystemes einer Species, verhält sich zur perspectivischen Darstellung wie das empirische Gesetz zur Thatsache. Auf die letztere kommt es beim Studium der Einzelvorkommen allein an; klare Einsicht gewährt aber erst das bestimmt formulirte Gesetz.

Was die graphische Darstellung der optischen Phänomene betrifft, so kann über dieselbe auch schon hier berichtet werden. Es wurde in der Weise Beer's (Einleitung in die höhere Optik) verfahren: in der stereographischen Projection wurden die Richtungen der Elasticitätsaxen mit den Buchstaben ξ, η, ζ bezeichnet; zeigte sich in der Lage der Hauptschnitte für verschiedene Farben ein beträchtlicher Unterschied, so wurde durch Indices, wie ξ_r, ξ_{ge}, ξ_v u. s. w. die betreffende Stelle bezeichnet. — Die Ebene der Symmetrie ist bei allen klinoëdrischen Krystallen als Projectionsebene gesetzt. Die optischen Axen sind durch AB bezeichnet.

Optische Untersuchungen.

Die optischen Verhältnisse wurden theils an Krystallen theils an Flüssigkeiten ermittelt. Wir werden bei den einzelnen Operationen, wo es nothwendig erscheinen wird, Rücksicht nehmen auf die daraus entspringenden Verschiedenheiten: hier genügt es im Allgemeinen den Gang der Untersuchung an Krystallen anzugeben.

Krystalle des tesseralen Systemes erfordern, da sie einfach brechend sind, keine besondere Wahl der brechenden Kanten: bietet sich ein Oktaëder dar, so kann sogleich ein Flächenpaar über eine Ecke (wo die brechende Kante dann gleich ist der Tetraëderkante) benützt werden; sonst wird ein beliebiges Prisma angeschliffen.

Aus Krystallen des hexagonalen und quadratischen Systems müssen die Prismen zur Bestimmung der Brechungsverhältnisse so geschnitten werden, dass die brechende Kante parallel der Krystallaxe entfällt; zur Bestimmung des optischen Characters reicht es hin eine Platte senkrecht zur Axe anzuschleifen.

Bei Krystallen des rhombischen Systemes kann man entweder zwei Prismen oder drei Prismen herstellen. Will man mit zwei Prismen die Bestimmungen ausführen, so müssen die brechenden Kanten parallel zwei Krystall-Axen sein und sich in einer Spitze schneiden (also wie die zwei Tetraëderkanten in einer Oktaëderecke) und es muss die Halbirungslinie der Kantenwinkel parallel einer dritten Krystallaxe sein. Da dieser letztern Bedingung, falls nicht passende Domenflächen vorhanden sind, nur schwer zu genügen ist, so ist es vorzuziehen, drei Prismen parallel den drei krystallographischen Axen anzuschleifen, wo es dann gleichgiltig ist, wie die Mittellinien der Kantenwinkel sich gegen die beiden andern Axen stellen. Der Brechungsexponent wird dann nur für diejenigen Strahlen bestimmt, deren Vibrationen parallel den brechenden Kanten vor sich gehen.

Krystalle der klinoëdrischen Systeme fordern, dass vor allem die optischen Hauptschnitte und dadurch die drei Elasticitätsaxen ermittelt werden. Dann können sie wie die rhombischen Krystalle behandelt werden, indem man die brechenden Kanten parallel den Elasticitätsaxen herstellt.

Zur Bestimmung der Lage der optischen Axen genügt die Kenntniss der drei Brechungsexponenten. Wo diese nicht zu ermitteln sind, wie es wegen Kleinheit und Unvollkommenheit der Krystalle wohl in den meisten Fällen statt findet, muss man Platten parallel den drei Hauptschnitten anschleifen. Sie reichen aus, um den optischen Charakter, folglich die Orientirung der Elasticitätsaxen ihrer Grösse nach, und den scheinbaren Winkel der optischen Axen zu ermitteln; um den wirklichen zu erfahren, muss wenigstens ein Brechungsexponent bekannt sein und zwar derjenige, welchen ein Prisma gibt, dessen brechende Kante senkrecht ist auf der Ebene der optischen Axen.

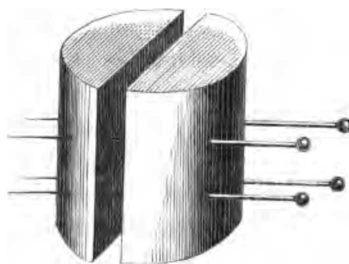
Die Bestimmungen der Absorption, Fluorescenz u. s. w. erfordern in der Regel keine vorbereitenden Schliffe.

1. Schneiden, Schleifen und Poliren der Krystalle.

Krystalle von einer Härte, welche die des Apatites übersteigt, werden am besten durch den Steinschneider geschnitten und geschliffen. Man kann höchstens die letzte Feinpolitur nach den unten gegebenen Methoden noch selbst hinzufügen, da man selten so glatte und reine Flächen erhält, als zu den feineren physikalischen Bestimmungen erforderlich sind: doch auch hier ist es bei Krystallen, welche Quarzhärte und mehr besitzen, zweckmässiger, sich an einen Edelsteinschleifer oder Optiker zu wenden. — Hier berücksichtigen wir nur solche Substanzen, welche weicher als Apatit sind.

Eine erste Schwierigkeit liegt darin, den Krystall zu fassen. Ist er klein, und dabei auch noch zerbrechlich, mürbe oder theilbar so wird es unumgänglich nothwendig, eine sicherere Fassung herzustellen, als die Finger allein zulassen. Je nach der Beschaffenheit der Substanz klebt man sie in Siegellack, oder senkt sie in Gyps; wo beides nicht zulässig ist, muss man sich mit zwei Korkschnitten begnügen, zwischen welche der Krystall auf irgend eine Weise geklemmt wird. Herr Professor v. Nörrenberg schneidet einen grossen dichten Korkstöpsel der Länge nach entzwei, feilt und

Fig. 5.



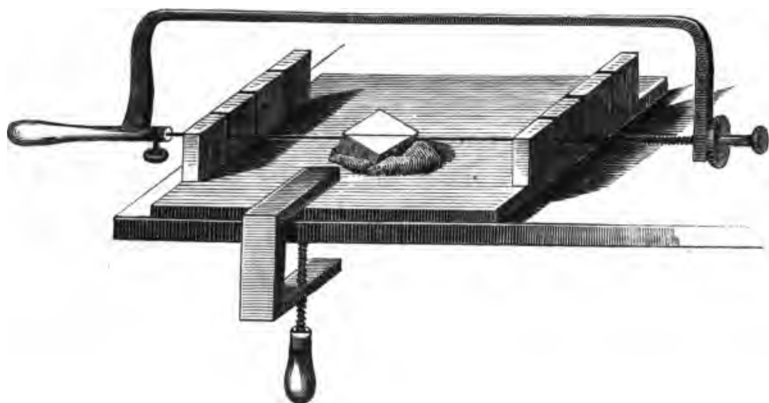
schleift die Innenseiten eben (zum Schliff des Korks ist geschlemmter Bims zu empfehlen) und legt sie wieder aneinander, indem er durch mehrere starke Nadeln, die er nun durchsteckt, die beiden Hälften gegeneinander verschiebbar herstellt. Wird ein Krystall zwischen dieselben geklemmt, so reicht ein geringer Druck der Finger hin, ihn in seiner Lage zu erhalten. Für härtere Körper zogen wir es vor, Korkplatten zwischen eine Schraubenklemme zu bringen und den Krystall so zu greifen. Man vermag auf diese Weise sehr kleine Körper in sicherer Lage zu erhalten, besonders wenn man die Vorsicht gebraucht, wo es nothwendig erscheint ein kleines der Gestalt des Krystalls anpassendes Lager in die Korkkörper zu höhlen.

In den meisten Fällen ist es möglich, die erste Gestaltung dem Prisma oder der Platte mit dem Messer durch vorsichtiges Schaben zu geben. Es ist immer dem Schneiden oder Rohfeilen vorzuziehen. Ist der Körper des Krystalles zu gross, um die Abfälle beim Schneiden nicht noch zu berücksichtigen, so muss allerdings geschnitten werden.

Zum Schneiden dient entweder eine feine Laubsäge, welche aber nie unbenetzt zu gebrauchen und bei mürben oder theilbaren Krystallen überhaupt nicht anzuwenden ist. Als Benetzungsmittel dient Wasser oder Oel; überall wo es nicht wichtig ist bestimmte Flächen zur Orientirung zu erhalten, wendet man gut ein Lösungsmittel an. Bei nicht sehr weichen Krystallen ist es zweckmässig, ausserdem noch Schmirgelpulver von Zeit zu Zeit über die Schnittfurche zu streuen. Da die Säge bei der sichersten Führung immer noch sehr rauh und rissweise arbeitet und die Substanz erschüttert, so wird sie in den meisten Fällen durch einen feinen Draht ersetzt, den man in den Sägebogen spannt; auch dann kann ein Netzmittel und Schmirgel nicht entbehrt werden. Zur Führung reicht wohl meist vorsichtiges Bewegen mit freier Hand hin, wobei immer zu berücksichtigen ist, dass die Function der Säge oder des Drahtes weniger im Durchreissen des Körpers als in der Hin- und Herbewegung des reibenden Schmirgelpulvers oder in dem Hinwegschaffen aufgelöster Substanz besteht: jede gewaltsame Erschütterung straft sich durch Zerbröckeln und Zerfallen des Krystalles. Ist der zu schneidende Körper etwas grösser oder sehr mürbe, so stellt man eine künstliche Führung her, indem

auf einem horizontalen Bretchen zwei verticale Stützen aufgeleimt werden, durch welche ein verticaler Schnitt herabführt,

Fig. 6.



in welchem der Draht sich hin und her, auf- und abwärts, aber nicht rechts und links sich bewegen kann. Mehr noch als beim Schneiden mit der Säge oder dem Drath leiden die Krystalle durch die Feile, welche daher sehr vorsichtig und gleichmässig zu führen ist. Es ist zweckmässiger für die Herstellung eines guten Schnittes die Feile über den Krystall, als den Krystall über die Feile zu führen; die Feile sei breit und lang, um einen sicheren Strich zu gewähren. Dagegen ist es besser, den Krystall über die Feile zu führen, wenn die feine Feile zum Schleifen einer bereits hergestellten Fläche benutzt wird.

Bei grösseren Krystallen dient das Handgoniometer, bei kleinen dagegen das Reflexionsgoniometer dazu, um sich zu überzeugen, ob ein Schnitt in der passenden Richtung geführt worden. Man überklebt dann die zu vergleichende Fläche vorläufig mit feinen ebenen Gläschen und bestimmt die Winkel. In der Regel reicht aber schon der blosse Anblick der symmetrischen Schnittfigur hin, sich über die Richtigkeit oder die fehlerhafte Lage des Schnittes zu belehren.

Die geschnittenen Flächen sind manchmal schon eben genug, um sie sogleich zu benützen; zur Bestimmung des optischen Charakters, so wie zur Bestimmung des Winkels der optischen Axen reichen sie oft schon hin. Und da alle diese Operationen Zeit, und was hier fast immer noch viel kostbarer

ist, Substanz kosten, so ist es immer sehr zweckmässig, nicht mehr zu thun als unumgänglich nothwendig ist.

Der Feinschliff wird den Ebenen entweder auf mattem Glase, oder einer feinen Feile gegeben; dabei ist auch hier ein lösendes Benetzungsmittel sehr zweckmässig, auf mattem Glase ganz unentbehrlich. Körper, welche etwa schon Kalkspath- oder Flussspathhärte besitzen, werden auf mattgeschliffenem Glase erst mit angenetztem Schmirgel gerieben, hierauf entweder mit feinstem Schmirgel oder besser mit geschlemmtem Bims fein geschliffen.

Zum Poliren dienen Seide oder feines (sämisch gegerbtes) Leder über Glas gespannt, Harzscheiben, bestehend entweder aus Colophonium, oder besser aus Colophonium, Wachs und Terpenthin, geglättetes Papier auf glatter Holzunterlage, polirtes Holz. Die Harzscheiben werden dadurch hergestellt, dass man das Harz dickflüssig auf Glas giesst und nun mit angefeuchteter Glasplatte flach drückt; so oft die Scheibe uneben geworden, kann man sie durch Erwärmen wieder herstellen. Leder und Harz dienen nur dazu, um das eigentliche Polirmittel aufzunehmen, Seide und Papier werden nach Umständen für sich oder mit dem Polirmittel angewandt. Als Polirmittel benützt man geschlemmte Kreide, geschlemmten Wiener Kalk, bei weitem aber in den meisten Fällen am zweckmässigsten Colcothar (englisch Roth, Caput mortuum). Es ist zu rathen, so lange man ohne Polirmittel zum Ziele kommt, dies zu vermeiden: ist der Krystall nicht ganz homogen, sondern hat er Risse oder Poren, so zieht sich das feine angefeuchtete Pulver in den Körper und verdirbt oder verunreinigt die Präparate. Polirmittel sind nur dann unentbehrlich, wenn der Körper gleichförmig und ziemlich hart ist, so dass er zum Beispiel sich nur langsam schaben lässt; dann erreicht man durch Poliren jenen Grad der Vollkommenheit der Flächen, dass die Frauenhofer'schen Linien im Spectrum sichtbar werden. Ist die Substanz zu ungleichförmig krystallisirt oder zu weich, so muss man es überhaupt aufgeben, so vollkommene Prismen zu erhalten und begnügt sich mit der Politur, welche durch glatte Flächen ohne Polirmittel zu erlangen ist.

Zeigt sich die Substanz empfindlich gegen den Einfluss der Atmosphäre, indem sie den Glanz durch Anlaufen, Ver-

wittern, Zerfliessen verliert, so ist es zweckmässig, sie durch aufgeklebte Gläschen zu schützen. Gläschen sind auch unentbehrlich überall, wo der Glanz durch Poliren nicht so vollkommen herstellbar ist, um ein deutliches Spectrum, ein klares Axenbild, einen scharfen Reflex zu erhalten; indem man durch die Kittschicht und das planparallele Glasplättchen ebene Begrenzung ohne merkliche Aenderung der Flächenrichtungen erzeugt, gewinnt man Alles, was bei der Beschaffenheit der Substanzen überhaupt noch zu erlangen ist.

Die Beschaffenheit des Kittes ist wesentlich. Canadabalsam, Terpenthin, Mastixlösung und verschiedene andere ähnliche Substanzen sind zu gebrauchen. Canadabalsam und Terpenthin werden nur langsam fest und können daher, wo es sich um rasches Arbeiten handelt, nicht wohl benützt werden, es sei denn, die Substanz, die mit Glas belegt wird, verträgt Wärme, in welchem Falle durch vorsichtiges Erwärmen über der Spiritusflamme der Kitt verdickt und der Erstarrung näher gebracht werden kann. Canadabalsam oder Terpenthin, in Aether gelöst gibt sehr feine und dünne Kittschichten, muss aber auch, wenn man nicht wochenlang warten will, erst durch Erwärmen zum Verdicken und Erhärten gebracht werden. Mastix, in Aether oder Chloroform gelöst, erhärtet rasch, rascher als es unter Umständen angenehm ist; Mastix- und Canadabalsamlösung gemischt gibt sehr brauchbaren Kitt. Vorzüglich fand ich auch den sogenannten Jeffrey'schen Kitt, ein Theil weisser Kautschuk auf 16 Theile Mastix und 60 Theile Chloroform, doch bedarf es fast 14 Tage bis der Kitt sich gleichmässig gebildet hat. Krystalle, welche leicht Wasser verlieren, werden besser mit einer Lösung von Gummi arabicum gekittet, als mit Canadabalsam, leicht zerfliessliche mit sehr concentrirter Mastixtinctur. Es lassen sich aber weder die einen noch auch die andern auf die Dauer der Zerstörung entziehen. Beim Schleifen darf man sich, sobald Gummi arabicum oder sonst ein in Wasser lösliches Verbindungsmittel angewendet worden, nicht mehr des Wassers zum Anfeuchten bedienen, sondern nimmt nach Umständen Alkohol oder Oel.

Die Gläschen sollen nicht allzu fein sein, weil sie sich sonst wie Papier beim Trocknen des Kitts biegen und krümmen. Wir fanden Gläschen von $^1/_8$ Linie eben noch fein genug.

2. Bestimmung der Brechungsexponenten.

A. Apparate. Zur Bestimmung der Brechungsexponenten kann jeder Apparat dienen, welcher einen fixen oder beweglichen Limbus, eine Alhidade mit einem Fernrohr oder Diopter und einen unabhängig vom Limbus und Alhidade beweglichen centralen Prismenträger besitzt. Der Prismenträger dient dazu, die zu bestimmende Substanz einmal mit ihrer brechenden Kante centrisch und gegen den Limbus normal einzustellen und sodann dem Prisma die passende Stellung gegen den einfallenden Strahl zu geben; das bewegliche Fernrohr misst die brechende Kante und Deviation.

Ausser diesen directen Bestimmungsmitteln ist noch eine Reihe indirecter in Vorschlag und theilweise auch in Uebung gebracht; ich theile weiter unten die Beschreibung eines Apparatchens mit, welches eigentlich bei der Bestimmung des scheinbaren Winkels der optischen Axe wichtig ist, aber auch hier seine Anwendung finden kann. Doch bleiben alle indirecten Bestimmungen an Präcision hinter den directen zurück.

Bei meinen Untersuchungen bediente ich mich eines nach dem Muster des Babinet'schen Goniometers construirten Apparates, welcher im k. k. physikalischen Institut von dem Mechaniker Herrn Markus ausgeführt wurde und Eigenthum des Institutes ist; dann des Haidinger'schen Universalgoniometers, welches mit einigen kleinen Abänderungen im k. k. polytechnischen Institute nach dem Original-Instrumente hergestellt wurde und Eigenthum des chem. Laboratoriums ist.

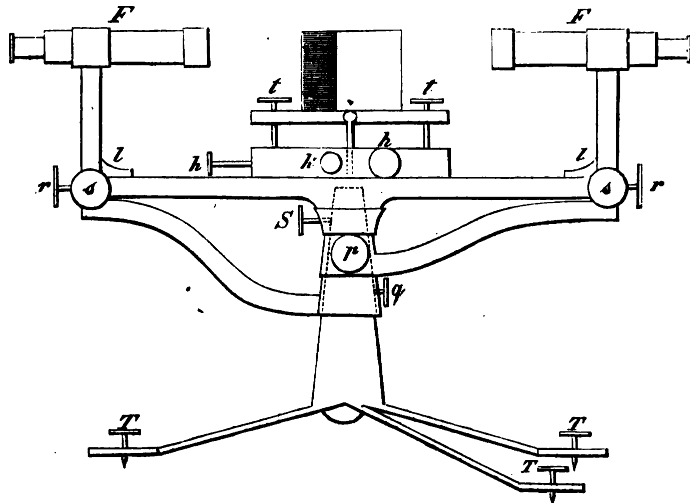
Babinet'sches Goniometer nach Markus' Construction.

Da dieser Apparat bisher nicht näher beschrieben worden, so wird es nothwendig, einige Worte über seine Construction mitzutheilen.

Eine verticale Axe trägt einen Horizontallimbus, der mittelst einer Schraube S an die Axe festzuklemmen ist; der Limbus ist in Viertelgrade getheilt. In der Mitte desselben befindet sich ein Apparat zur Einstellung und Justirung der zu untersuchenden Prismen; drei Schrauben t dienen zur Verticaleinstellung der brechenden Kante, zwei Schrauben h zur Parallelverschiebung. Die Prismen werden auf ein Tisch-

chen gestellt, das auf drei Enden der Schrauben t ruht und ausserdem unterhalb ein Nussgelenk besitzt, in welchem der Kopf eines Stäbchens sich bewegt, das in den untern

Fig. 7.



(trommelförmigen) Theil des Apparatchens ragt, wo es durch eine Schraube k fixirt werden kann; man kann mit Hilfe desselben das Tischchen höher und tiefer stellen, während die Schrauben t und h die eigentliche Justirung ermöglichen. Unter dem Limbus befinden sich an der conischen Axe zwei Ringe der Reihe nach über einander; jeder derselben ist für sich durch eine Schraube, p, q an die Axe zu klemmen und jeder trägt einen Arm, der selbst wieder Träger eines Fernrohres F ist. Die Fernröhre befinden sich in solcher Höhe, dass die Ebene ihrer optischen Axen etwa um $1^1/_2$ Zoll von der Limbusebene absteht; sie vergrössern 4—5 mal und zeigen noch deutlich in einer Entfernung von 10 Fuss. Die Arme sind ausserdem durch Schrauben r an die Limbusebene zu klemmen und mittelst Mikrometerschrauben s längs derselben hinzubewegen. Der Nonius l lässt ganze Minuten ablesen.

Bei der Beobachtung wurde folgendermassen verfahren: Der Krystall (oder das Hohlprisma) wurde auf das Tischchen inmitten der Limbusebene gestellt; der ganze Apparat war

früher schon mittelst Holzklötzen, die eigens zu diesem Zwecke angefertigt worden, und mit Benutzung seiner Stellschrauben T in eine solche Höhe und Lage gebracht worden, dass die Lichtstrahlen von der Fensterspalte oder einer sonstigen Lichtquelle in der angemessenen Entfernung über den Limbus hin gelangen konnten. War der Krystall von etwas grösseren Dimensionen, so wurde zur Bestimmung des Kantenwinkels von beiden Fernröhren Gebrauch gemacht, indem das Fadenkreuz des einen, genau wie es am Mitscherlich'schen Goniometer geschieht, entsprechend dem Rudberg'schen Princip an der Krystallfläche gespiegelt und auf den Ort des Fadenkreuzes im zweiten Fernrohre projicirt wurde. Die Einstellung geschah mittelst der sechs Schrauben in bekannter Weise. Waren die Krystallflächen sehr klein, so liess sich dies Verfahren wegen der grossen Objectivöffnungen der Fernröhre nicht anwenden; es wurde in diesem Falle das eine Fernrohr bei Seite geschoben und der Lichtstrahl von der Fensterspalte her als Einfallsstrahl, das Bild der Fensterspalte somit statt des ersten Fadenkreuzes als Directiv benutzt. Nach der Messung der Kante folgte die der Ablenkung, und zwar entweder das Minimum der Ablenkung oder aber irgend einer Ablenkung bei bekanntem Reflexionswinkel.

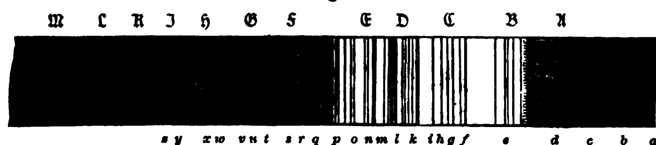
Haidinger's Universal-Goniometer. Die Zeichnung und Beschreibung des Originalapparates findet sich in den Sitzungsber. der W. Akademie 18, 110; die des etwas modificirten Apparates in meiner Uebersetzung der Miller'schen Krystallographie, S. 249.

B. Lichtquellen. Handelt es sich blos um das Brechungsvermögen der Substanz für einen mittleren Strahl, so wird man immer mit Vortheil sich der Flamme bedienen, welche man erhält, wenn Kochsalz auf den Docht einer Weingeistlampe gestreut worden. Um aber neben dem Brechungsvermögen auch über Absorption und Dispersion Näheres zu erfahren, wird es nothwendig, eine Lichtquelle anzuwenden, die feste Anhaltspuncte im Spectrum gewährt. Man hat hiezu bisher immer ausschliesslich das Sonnenlicht benützt; es ist auch für gewisse Operationen um seines Farbenreichthumes und seiner Intensität willen unersetzbar. Der grösste Theil der im Folgenden mit-

getheilten Messungen geschah mit Benützung des Sonnenlichtes, welches durch einen Silbermann'schen Heliostaten in den Beobachtungsraum projicirt wurde. Da man aber dabei an Zeit und Witterung gebunden ist, manche Untersuchungen im Winter überhaupt nicht auszuführen vermag, so untersuchte ich das Spectrum des salpetrigsauren Gases näher, das durch Brewster (Pg. 38, 50, doch fehlen da die Tafeln, ebenso wie im Originalaufsatze im Phil. Mag. III., VIII. 384; kurze Erwähnung schon Pg. 28, 380 ff.) genau studirt und mit dem Sonnenspectrum verglichen worden. Nach Brewster sind die zwei Spectra identisch, jedoch im Spectrum des salpetrigsauren Gases die Absorptionslinien der Zahl und Ausdehnung nach beträchtlicher. Da mir die genaue Zeichnung der Brewster'schen Bestimmung nicht zugänglich war, so suchte ich zum Zwecke praktischer Verwendung bei der Bestimmung von Brechungsexponenten die Gruppen des Gasspectrums festzustellen und mit den Linien im Sonnenspectrum zu vergleichen. Es ist für diese Zwecke auch nicht sowohl die Lage der Absorptionslinien des Sonnenlichtes, auf welche sich Brewster's Beobachtungen beziehen, als vielmehr die der Flamme einer Oellampe von Wichtigkeit, da die genaue Bestimmung derselben Untersuchungen über die Brechungsexponenten zu jeder Tages- und Jahreszeit ermöglicht. Unter Umständen kann diese Lichtquelle selbst dem Sonnenlichte vorgezogen werden, wenn man zwischen beiden die Wahl offen hat; so wird im k. k. physikal. Cabinete die Bestimmung der optischen Constanten sehr erschwert durch die beständigen Erschütterungen, denen das Gebäude, durch die vorüberrasselnden Wägen ausgesetzt ist, und es zeigen namentlich Flüssigkeiten bei durch mehrere Stunden fortgesetzten Beobachtungen wegen des fortwährenden Temperaturwechsels Aenderungen im Brechungsvermögen, die nicht mehr vernachlässigt werden dürfen. Alle diese Schwierigkeiten fallen durch den Gebrauch der Linien des salpetrigsauren Gases weg, da man mit ihrer Hilfe die feinsten Beobachtungen im Keller anstellen kann, wie ich denn im Verein mit H. A. Handl eine Reihe von Untersuchungen über die den Dichtenänderungen entsprechenden Modificationen des Brechungsvermögens mit sehr befriedigendem Erfolge im Keller des k. k. physikal. Instituts im Laufe des letzten Winters

angestellt habe.*) Fig. 8. stellt ein solches Spectrum dar, wie es sich bei Lampenlichte zeigt.

Fig. 8.



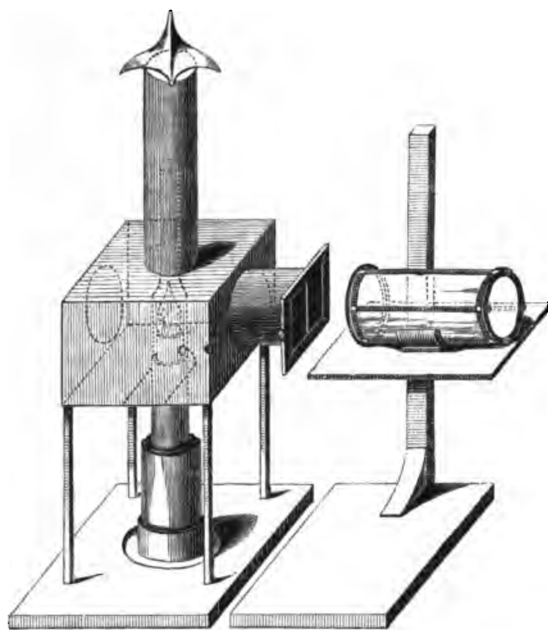
Es sind 12 deutliche Gruppen zu unterscheiden: die Linien im Roth sind schwach, die im Gelb und Grün sehr reich und wohlauflösbar; im Blau werden sie stark, schwer auflösbar und verschwinden endlich, ohne dass sich unterscheiden liesse, ob über die zwölfte Gruppe hinaus überhaupt noch Absorptionslinien fortschreiten oder nicht. Wird das Gas erwärmt oder in dichterem Zustande angewendet, so steigt die Absorption rasch, bis nur noch eine Spur von Roth übrig bleibt.

Bei der Untersuchung und dem späteren Gebrauche dieses Gases bediente ich mich eines Glascylinders mit plangeschliffenen Rändern; an beiden Enden sind Glasplatten anzusetzen und mittelst Schrauben fest anzupressen. Vor dem Gebrauche ist es gut, die beiden Glasplatten mit einem Tuche gut abzureiben und etwas vorzuwärmen; bei der Gasentwickelung findet nämlich zugleich eine Erwärmung und Verdampfung statt und es geschieht dann leicht, dass die Glaswände sich von innen mit Dämpfen beschlagen und für die Beobachtung untauglich werden. Oben hat der Glascylinder eine kleine Oeffnung, in welche ein eingeriebener Glasstöpsel passt; durch diese Oeffnung werden einige Tropfen Quecksilber und hierauf einige Tropfen rauchender Salpetersäure gebracht; sehr geringe Quantitäten genügen, da bei grösserer Gasdichte die Absorption des blauen und grünen Lichtes zu kräftig eintritt; es ist ein brauner, in's Strohgelb geneigter Ton der Gasfärbung derjenige, der die deutlichsten und zahlreichsten Absorptionslinien liefert. Der Gascylinder kommt auf ein hölzernes Gestelle und wird an die Lichtspalte gestellt, z. B. des Abends und bei Beobachtungen mittels Lampenlicht vor eine Laterne, die an einer Stelle das Einsetzen einer Spalte zulässt.

*) S. Note über den Zusammenhang zwischen der Aenderung der Dichten und Brechungsexponenten etc. Sitz.-Ber. 25, 515.

Bei längerem Gebrauche des Gascylinders wird das Beschlagen der inneren Glaswände sehr lästig und selbst wenn

Fig. 9.



man zwei solcher zur Verfügung hat, so dass der eine gereinigt und frisch gefüllt werden kann, während der andere im Gebrauche ist, kann man sich oft aufgehalten und in der Arbeit gehemmt finden. Ich habe daher für länger dauernde Arbeiten die Einrichtung getroffen, das Gas sich in einer eigenen Flasche unter Wasserdruck entwickeln zu lassen und durch eine Chlorcalciumröhre von dort getrocknet in den Cylinder zu leiten; im Cylinder selbst steht ein kleines Porzellanschälchen mit Chlorcalcium, um den geringen Rest von Wasserdampf, zu absorbiren. Auf diese Weise konnte ich mit einem und demselben Cylinder wochenlang ungestört fortarbeiten.

In jeder der deutlich geschiedenen Gruppen bestimmte ich eine hervorragende oder sonst leicht zu markirende Linie durch die Ablenkung in einem Prisma von bekannter Brechkraft. Ich erhielt

Linien im Gasspectrum des Lampenlichtes.			Linien im Sonnenspectrum.
			a = 1·6371
			B = 1·6396
Gruppe 𝔄	Linie d	1·6417	C = 1·6416
„ 𝔅	„ e	1·6455	
„ ℭ	„ g	1·6471	D = 1·6472
„ 𝔇	„ l	1·6498	
„ 𝔈	„ o	1·6531	
„ 𝔉	„ r	1·6548	b = 1·6558
„ 𝔊	helle Linie n	1·6581	
„ ℌ	„ „ y	1·6609	F = 1·6613
„ ℑ	„ „ z	1·6630	
			G = 1·6734

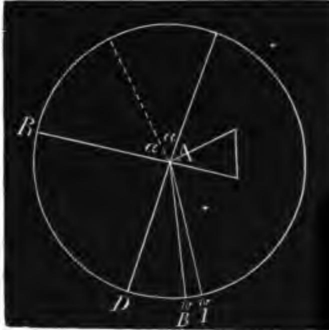
Die Linien im rothen und gelben Theile stimmen also in beiden Spectren; im Blau und Indigo ist die Messung im Gasspectrum mit dem von mir gebrauchten Fernrohr nicht mehr exact, aber noch immer exact genug, um die Coincidenz der Linien 𝔉 r, ℌ y mit b, F ausser Zweifel zu setzen.

C. Beobachtungsmethode. Die gewöhnliche Methode der Beobachtung des Minimum der Ablenkung ist zwar kurz und bequem, aber lässt, wenn nicht scharfe Linien im Spectrum zu unterscheiden sind, keine besondere Sicherheit zu. Aber nicht viele Substanzen sind in so vollkommenen Krystallen ausgebildet, um die Linien zu zeigen. Man kann, wenn man blos die Farbe vor sich hat, sobald man sich der Stelle des Minimum nähert, sehr beträchtliche Drehungen mit dem brechenden Prisma ausführen, ohne im Fernrohr merkliche Aenderungen in der Ablenkung wahrzunehmen. Diese Methode wurde daher nur selten gebraucht.

In der Regel zog ich es vor, die Ablenkung für eine beliebige Incidenz zu bestimmen und hieraus den Brechungsexponenten zu berechnen. Nachdem das Prisma so eingestellt worden, dass ein zur Deutlichkeit hinreichend breites Spectrum sichtbar war, wurde mittelst der Schraube S die Limbusebene und somit auch das Prisma in seiner Lage fixirt. Dann wurde der Reflex mit dem Fernrohre gesucht, (es ist bei dieser Operation nur ein Fernrohr nöthig, das zweite wird so bei Seite gelassen, dass es während der Messung nicht stört) und bei der ungefähren Einstellung die Mikrometerklemmschraube angezo-

gen und mit der Mikrometerschraube die Feineinstellung vollendet, sodann abgelesen und notirt. Dann wurden in derselben Weise die Richtungen der abgelenkten Strahlen bestimmt, und endlich, nach der Wegnahme des Prisma, die Richtung des direct einfallenden Lichtes. Gewöhnlich wurde vor dem Wegnehmen des Prisma noch einmal auf den Reflex eingestellt um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass im Laufe der Operation weder am Heliostaten noch an dem Apparate etwas verrückt worden sei.

Fig. 10.



Ist P das Prisma, R der Punkt, wohin auf dem Limbuskreise die Projection des reflectirten, D der Punkt, wohin die Projection des directen Strahles fällt, und entsprechen ω_B, ω_C, ω_D ... ebenso den abgelenkten Strahlen, so hat man, wenn α den Einfalls-, δ den Ablenkungswinkel bezeichnet,

$$\alpha = 90 - \frac{R - D}{2}$$

$$\delta_B = D - \omega_B, \; \delta_C = D - \omega_C, \; \delta_D = D - \omega_D, \text{ etc.}$$

Bezeichnet β den ersten Brechungswinkel, a den Einfallswinkel im Prisma bei Wiederaustritt des Strahles in die Luft, b den Brechungswinkel an der Austrittsstelle, so ist, wenn A die brechende Kante bezeichnet

$$\delta = \alpha + b - A \qquad A = \beta + a$$

$$\mu = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \qquad \mu = \frac{\sin b}{\sin a}$$

also: $\sin \alpha = \mu \sin \beta, \; \mu \sin a = \sin b$

d. i.: $\sin \alpha + \sin b = \mu (\sin \beta + \sin a)$

$\sin \alpha - \sin b = \mu (\sin \beta - \sin a)$

$$\sin \frac{\alpha + b}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} = \mu \sin \frac{\beta + a}{2} \cos \frac{\beta - a}{2}$$

$$\sin \frac{\alpha - b}{2} \cos \frac{\alpha + b}{2} = \mu \sin \frac{\beta - a}{2} \cos \frac{\beta + a}{2}$$

was durch Division auf den Ausdruck

$$\frac{\operatorname{tg}\frac{b+\alpha}{2}}{\operatorname{tg}\frac{b-\alpha}{2}} = \frac{\operatorname{tg}\frac{\beta+a}{2}}{\operatorname{tg}\frac{\beta-a}{2}}$$

führt. Substituiren wir hier

$$b + \alpha = \delta + A$$
$$b - \alpha = \delta + A - 2\,\alpha$$
$$\beta + a = A,$$

so gibt dies

$$\operatorname{tg}\frac{\beta - a}{2} = \frac{\operatorname{tg}\left[\frac{A+\delta}{2} - \alpha\right]\operatorname{tg}\frac{A}{2}}{\operatorname{tg}\frac{A+\delta}{2}}$$

Nennen wir $\frac{\beta - a}{2} = \psi$, so ist wegen

$$\beta - a = 2\,\psi \qquad \beta + a = A$$

$\beta = \frac{A}{2} - \psi$; folglich

$$\mu = \frac{\sin\alpha}{\sin\left(\frac{A}{2} - \psi\right)}$$

Nach diesen Gleichungen wurden die Berechnungen der Brechungsexponenten ausgeführt.

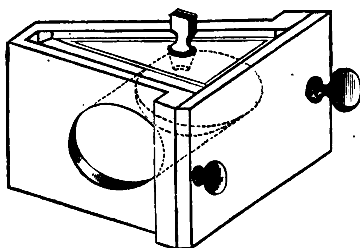
D. Ueber die Refractionsbestimmungen bei Flüssigkeiten. Die Brechungsverhältnisse von Flüssigkeiten wurden mittelst eines Hohlprisma bestimmt, welches, nach Prof. Schrötter's Angaben verfertigt, Eigenthum des k. k. polytechnischen Instituts ist. Bestandtheile dieses Hohlprisma sind:

1. ein Glasprisma, welches rechtwinklig gegen die brechende Kante durchbohrt ist; die Bohrung hat 4''' Durchmesser. Ausserdem eine engere Bohrung von oben herab in die erste Bohrung.

2. eine Messinghülse, bestehend aus zwei aufrechten Wänden und einer Bodenplatte; die aufrechten Wände schneiden sich unter einem Winkel, der dem Winkel der brechenden Kante entspricht. An der dem Kantenwinkel gegenüberstehenden offenen Seite wird das Glasprisma eingeschoben; zwischen das Glasprisma und die Messingwände werden zwei plan-

parallele Glasplatten gebracht und dann eine Messingplatte an die Hinterwand des Prisma gelegt und mittelst zweier Schrauben an die Vorderwände der Hülse gepresst. Dadurch wird das Prisma fest an die planparallelen Platten gedrückt und diese repräsentiren nun ein Prisma von constanter brechender Kante. Das Glasprisma wird von oben durch die enge Bohrung mit Flüssigkeit gefüllt, die Bohrung hierauf mit einem eingeriebenen Glasstöpsel geschlossen. Das gefüllte Prisma wird auf den Tisch des Goniometers gebracht und ganz in der oben beschriebenen Weise behandelt.

Fig. 11.



Nach jeder Messung wurde der Apparat ganz auseinander genommen, ausgespült und getrocknet.

Die geschliffenen Seitenplatten zeigen im geschlossenen Prisma nicht immer denselben Kantenwinkel; es kommt dies von der grösseren oder geringeren Kraft, mit der das Glasprisma zwischen die Seitenwände durch die beiden Schrauben eingepresst wird. Es wurde darum die brechende Kante vor jeder neuen Beobachtung neu bestimmt.

Für Näherungsbestimmungen reicht auch folgende indirecte Methode hin, welche dem Chemiker vielleicht von Werth werden kann. Neumann in seiner Untersuchung über die Molecularconstanten des Gypses wandte sie zuerst an; seitdem ist sie bei der Bestimmung des Winkels der optischen Axen durch Miller und Haidinger vielfach in Anwendung gekommen. Die Beschreibung meines Apparatchens folgt unten unter dem Artikel „Bestimmung des Winkels der optischen Axen"; hier genügt es, die Anwendung desselben zur Ermittelung der Brechungsexponenten mitzutheilen.

An den Krystallträger wird eine Platte von Topas oder Glimmer gebracht und der Winkel der optischen Axen in der Luft bestimmt, hierauf die Flüssigkeit, deren Brechungsexponenten man zu erfahren wünscht, in das Gefäss gegossen und der Axenwinkel auf's Neue gemessen. Ist α der Winkel der

optischen Axe in der Luft, α' in der Flüssigkeit, so ist

$$\mu = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha'}{2}}$$

der Brechungsexponent der Flüssigkeit.

3. Bestimmung der optischen Hauptschnitte.

Diese Bestimmung wird von Wichtigkeit bei den Krystallen der klinoëdrischen Systeme; in den Krystallen von orthogonaler Symmetrie fallen die Hauptschnitte mit jenen Ebenen zusammen, welche sich durch je zwei ungleichwerthige Axen legen lassen; es gibt ihrer demnach im rhombischen Systeme drei, parallel den krystallographischen Hauptschnitten; im hexagonalen und quadratischen unendlich viele, die sich jedoch alle in der Hauptaxe schneiden und somit rechtwinklig stehen auf der Basis; im tessularen Systeme ist überhaupt jeder Schnitt optisch ein Hauptschnitt, es verliert daher für dieses der ganze Begriff seine Bedeutung.

In dem monoklinoëdrischen Systeme fällt immer eine Elasticitätsaxe mit der Normalen der Ebene der Symmetrie zusammen, während die beiden andern rechtwinkligen Axen auf unbestimmte Weise in der Symmetrie-Ebene sich befinden; es ist somit die Symmetrie-Ebene immer der eine der drei optischen Hauptschnitte. Ist die erste Mittellinie der optischen Axe parallel zur Symmetrieaxe, so fällt die Bestimmung der optischen Axen mit der der Hauptschnitte zusammen, indem das Azimuth der Axenebenen zugleich das Azimuth des zweiten Hauptschnittes ist, wodurch der dritte (auf den beiden andern rechtwinklig) sich von selbst bestimmt. Fällt aber die erste Mittellinie in die Symmetrie-Ebene (was man sogleich daran erkennt, dass durch keines der später zu beschreibenden Verfahren an einer der Symmetrie-Ebene parallelen Platte die optischen Axen zu entdecken sind), so muss vor jeder weitern Bestimmung die Lage der zwei in die Symmetrie-Ebene entfallenden Elasticitätsaxen ermittelt werden.

Bei triklinoëdrischen Krystallen verwickelt sich die Untersuchung noch mehr, da hier alle drei Elasticitätsaxen ohne

bestimmte Orientirung gegen die Krystallform sind. Ich werde unten den Versuch einer directen Bestimmung angeben, obschon, wie ich glaube, hier noch immer die indirecten Methoden, d. i. das Tasten und Suchen, den praktischsten Werth besitzen.

A. Theorie des v. Kobell'schen Stauroskopes.

Die Lage der optischen Hauptschnitte wurde theils mittelst des Amici'schen Polarisationsmikroskopes, theils mit Hilfe des Kobell'schen Stauroskopes bestimmt. Die Angaben des Letzteren bedürfen in manchen Fällen einer Reduction, und ich arbeitete zu dem Ende die Theorie des Apparates aus, welche zugleich dazu dient, die Kobell'schen Messungsdaten in dem Falle, wo die untersuchten Platten keinem der optischen Hauptschnitte parallel waren, in die für die Beschreibung der optischen Verhältnisse der Krystalle üblichen Ausdrücke umzusetzen.

Ich nehme der Einfachheit wegen an, die auf das Krystallplättchen auffallenden Strahlen gehören einem Strahlencylinder an; strenge genommen sollte ein Kegel gesetzt werden, da nur ein solcher das Phänomen der Farbenringe und des dunkeln Kreuzes ermöglicht; für die vorliegende Untersuchung reicht aber auch die einfachere Annahme aus. Ich beziehe die Krystallfläche K, welche den einfallenden Strahlen opponirt ist, auf die Elasticitätsaxen, die dem Aether im Krystalle bezüglich irgend einer homogenen Farbe zukommen und deren Richtungen mit den Axen der X, Y, Z zusammenfallen mögen, während ihre Längen den reciproken Werthen der Grössen a, b, c gleich zu setzen sind. Ist ϱ der reciproke Werth des veränderlichen Radius eines Ellipsoides E, das durch die Axen $\frac{1}{a}$, $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$ gegeben ist, so bestimmt sich bekanntlich die Oscillationsrichtung und Fortpflanzungsgeschwindigkeit zweier paralleler auf jenem Radius rechtwinkliger Wellenzüge W durch die Richtung und die reciproken Werthe der Hauptaxen jener Ellipse, die sich als Durchschnitt des Ellipsoides E und einer durch den Mittelpunkt von E gelegten, mit W parallelen Ebene ergibt. In unserem Falle, wo angenommen wird, der einfallende Strahlencylinder stehe senkrecht auf K, wird K die gesuchte Schnittebene, also K $=$ W, somit

$\varrho^2 = a^2u^2 + b^2v^2 + c^2w^2$ das Ellipsoid E

$o = Au + Bv + Cw$ die Krystallfläche K,

wo A, B, C die Cosinusse jener Winkel repräsentiren, welche die Normale auf K mit den Elasticitätsaxen einschliesst. Als dritte Gleichung besteht noch

$$1 = u^2 + v^2 + w^2$$

u, v, w sind die Cosinusse der Winkel, welche der veränderliche Radius mit den Coordinatenaxen einschliesst.

Um die Hauptaxen des elliptischen Schnittes [E, K] zu finden, differentiiren wir die 3 Gleichungen und setzen $d\varrho = o$; dies gibt

$$o = a^2udu + b^2vdv + c^2wdw$$
$$o = Adu + Bdv + Cdw$$
$$o = udu + vdv + wdw;$$

folglich, wenn wir die erste dieser Gleichungen mit einer beliebigen Grösse $\mathcal{A}$, die zweite mit einer beliebigen Grösse $\mathcal{B}$ multipliciren und diese dann so bestimmen, dass

$$o = (\mathcal{A}a^2 + 1)\,u + A\mathcal{B}$$
$$o = (\mathcal{A}b^2 + 1)\,v + B\mathcal{B}$$
$$o = (\mathcal{A}c^2 + 1)\,w + C\mathcal{B},$$

ergibt sich

$$u = -\frac{A\mathcal{B}}{\mathcal{A}a^2 + 1},\ v = -\frac{B\mathcal{B}}{\mathcal{A}b^2 + 1},\ w = -\frac{C\mathcal{B}}{\mathcal{A}c^2 + 1}.$$

Multiplicirt man das vorletzte Gleichungssystem der Reihe nach durch u, v, w und addirt die Producte, so erhält man

$$\mathcal{A}\varrho^2 + 1 = o \quad \text{d. i. } \mathcal{A} = -\frac{1}{\varrho^2}.$$

Substituirt man diesen Werth von A in's letzte Gleichungssystem und setzt die so umgeformten Werthe von u, v, w in die Gleichung K, so gewinnt man die Relation zur Bestimmung der Werthe von ϱ^2

$$\frac{A^2}{a^2 - \varrho^2} + \frac{B^2}{b^2 - \varrho^2} + \frac{C^2}{c^2 - \varrho^2} = o \qquad 1)$$

welche zweierlei Werthe von ϱ^2 gibt, die in das letzte Gleichungssystem substituirt, zwei auf einander senkrechte Richtungen finden lassen. Der Werth von B wird erhalten durch die Multiplication des vorletzten Gleichungssystemes der Reihe nach durch A, B, C und die Addition der Producte; man findet so

$$\mathcal{B}\varrho^2 = Au.\,a^2 + Bv.\,b^2 + Cw.\,c^2$$

folglich

$$\begin{aligned} u\,(a^2 - \varrho^2) &= A\,(a^2.\, Au + b^2.\, Bv + c^2.\, Cw) \\ v\,(b^2 - \varrho^2) &= B\,(a^2.\, Au + b^2.\, Bv + c^2.\, Cw) \\ w\,(c^2 - \varrho^2) &= C\,(a^2.\, Au + b^2.\, Bv + c^2.\, Cw) \end{aligned} \qquad 2)$$

welche Gleichungen in Verbindung mit 1) dazu dienen, die gesuchten Richtungen aufzufinden.

Bei den Messungen mittelst des Stauroskopes werden die Richtungen, für welche das Kalkspathkreuz sichtbar ist, auf die Kanten angrenzender Krystallflächen bezogen; ist K^1

$$A^1u + B^1v + C^1w = o$$

eine solche benachbarte Fläche, so erhält man für die Durchschnittslinie der beiden Krystallflächen $K\ K^1$

$$u^1 = \frac{B^1C - BC^1}{M},\ v^1 = \frac{AC^1 - A^1C}{M},\ w^1 = \frac{A^1B - AB^1}{M} \qquad 3)$$

wo $M^2 = (B^1C - BC^1)^2 + (C^1A - CA^1)^2 + (A^1B - AB^1)^2$. Das Kreuz wird sichtbar in zwei Stellungen der Platte (innerhalb einer Umdrehung um 180^0); dann schliesst die neue Kantenrichtung mit der ursprünglichen die Winkel ψ und ψ^1 ein, welche durch

$$\begin{aligned} \cos\psi &= u_1 u^1 + v_1 v^1 + w_1 w^1 \\ \cos\psi^1 &= u_2 u^1 + v_2 v^1 + w_2 w^1 \end{aligned} \qquad 4)$$

gegeben sind; $u_1\, v_1\, w_1$, $u_2\, v_2\, w_2$ sind die Werthe von u, v, w, welche man aus 1) und 2) ableiten kann.

Mit Hilfe dieser Gleichungen ist es möglich, die Ergebnisse der stauroskopischen Untersuchungen in die Sprache der Optik der Krystalle umzusetzen.

1. Tesseralsystem. Hier ist $\varrho = a = b = c$, folglich u, v, w unbestimmt. Das Kreuz ist sichtbar, welche Lage der Krystall auch einnehmen mag.

2. Hexagonalsystem. Es ist $a = b$, folglich

$$\frac{A}{u} = \frac{B}{v}$$

$$w\,(c^2 - \varrho^2)\, C\,\left[a^2 \sqrt{1 - w^2}.\ \sqrt{1 - C^2} + c^2\, Cw\right]$$

d. i. der Ausdruck für w unabhängig von u und v: wegen der unbestimmten Lage der Coordinatenaxen X und Y. Die Gleichung 1) gibt

$$(a^2 - \varrho^2)\,[(A^2 + B^2)\,(c^2 - \varrho^2)] + C^2\,(a^2 - \varrho^2)] = o$$

d. i.
$$a^2 - \varrho^2 = o$$
$$\varrho^2 = C^2\,(a^2 - c^2) + c^2.$$

Die erste dieser Gleichungen gibt $w = o$, d. i. die eine Vibrationsrichtung entfällt in eine Ebene senkrecht zur optischen Axe; also auf einer Rhomboëderfläche in die horizontale Diagonale, auf einer Skalenoëder-, Pyramiden- oder Trapezoëderfläche parallel dem Durchschnitte einer Horizontalebene mit dem aufrechtgestellten Krystalle.

Die zweite Gleichung gibt verbunden mit den aus 2) abzuleitenden Ausdrücken

$$w\,C = \sqrt{(1 - C^2)\,(1 - w^2)}$$

d. i. die zweite Vibrationsrichtung entfällt in die Trace des Hauptschnittes auf der Krystallfläche; setzen wir nämlich $w = \cos\alpha$, $C = \cos\beta$, so gibt dies $\operatorname{tg}\alpha = \cot\beta$, also die Vibration in der Ebene durch die Flächennormale und die Axe der Z.

In Kobell's Beobachtungsweise sprechen sich diese Corollarien der Theorie folgendermassen aus:

„1. Auf den Flächen der Hexagonpyramide stellt sich das Kreuz nach den Höhenlinien der Dreiecke oder rechtwinkelig auf die einzelne Seite, welche der Basiskante entspricht; der Drehungswinkel auf den Scheitelkanten ist gleich.

„2. Auf den Flächen des Rhomboëders stellt sich das Kreuz nach den Diagonalen.

„3. Auf den Flächen des Skalenoëders stellt sich das Kreuz nach den Höhenlinien der Flächen seiner holoëdrischen dihexagonalen Pyramiden oder rechtwinkelig auf die Seiten seines horizontalen 12seitigen Querschnittes.

„4. Auf allen vorkommenden Prismenflächen steht das Kreuz normal in der Richtung der Prismen- oder Hauptaxe.

„5. Auf der basischen Fläche erscheint das Kreuz normal und beim Drehen des Krystalles unverändert."

3. Quadratisches System.

Die Theorie gibt hier dieselben Sätze wie im hexagonalen System. Aus Kobell's Beobachtungen finden sie sich folgendermassen abgeleitet:

„1. Auf den Flächen der Quadratpyramide stellt sich das Kreuz nach den Höhenlinien der Dreiecke oder rechtwinkelig auf die Basiskante. Der Drehungswinkel auf der Scheitelkante ist gleich.

„2. Auf allen vorkommenden Prismenflächen hat das Kreuz die Lage der Prismenaxe oder der Hauptaxe.

„3. Auf der basischen Fläche erscheint das Kreuz normal und beim Drehen des Krystalles unverändert.“

Man kann aus der theoretischen Ableitung eine kurze Regel abstrahiren, welche dazu dient, die Lage des Kreuzes auf jeder beliebigen Fläche von Krystallen der beiden einaxigen Systeme in Voraus anzugeben: man lege durch die Flächennormale und optische Axe eine Ebene; der Durchschnitt dieser Ebene mit der Krystallfläche gibt die eine, die dagegen rechtwinklige Richtung auf der Krystallfläche die andere Lage an, in welcher das Kreuz erscheint.

4. Rhombisches System.

a) Pinakoide. Diese repräsentiren den einfachsten Fall, da sie den optischen Hauptschnitten parallel sind. Es ist für die Endfläche $A = 0$, $B = 0$, $C = 1$, also

$$u\,(a^2 - \varrho^2) = 0 \quad v\,(b^2 - \varrho^2) = 0 \quad w\varrho^2 = 0.$$

Da ϱ nicht Null sein kann, wird $w = 0$; die Oscillationsrichtungen fallen in die Ebene des Pinakoids. Die zwei ersten Gleichungen geben

$$a = \varrho \quad u = 1 \quad v = 0$$
$$b = \varrho \quad u = 0 \quad v = 1$$

d. i. die Oscillationsrichtungen fallen mit den Diagonalen der rhombischen Basis zusammen. Das Kreuz im Stauroskop kann somit nur dann sichtbar werden, wenn eine der Diagonalen der Endfläche in die Polarisationsebene des Analyseurs tritt.

Eben dasselbe findet man für das Makro- und Brachypinakoid.

b) Prismen und Domen. Für irgend ein verticales Prisma ist $C = 0$; dadurch reduciren sich die allgemeinen Gleichungen 2) auf

$$u\,(a^2 - \varrho^2) = A\,(Aa^2u + Bb^2v)$$
$$v\,(b^2 - \varrho^2) = B\,(Aa^2u + Bb^2v)$$
$$w\,(c^2 - \varrho^2) = 0$$

und 1) auf

$$(c^2 - \varrho^2)\,[A^2(b^2 - \varrho^2) - B^2(a^2 - \varrho^2)] = 0$$

welche folgende Auflösungen zulässt:

$$\varrho = c \qquad \varrho^2 = B^2\,(a^2 - b^2) + b^2$$

deren erste, in die obigen Relationen substituirt,

$$u = 0 \qquad v = 0 \qquad w = 1$$

gibt; d. i. das Kreuz des Stauroskops wird sichtbar, sobald die

Längenaxe des Prisma in die Vibrationsebene der einfallenden polarisirten Lichtstrahlen tritt; die zweite Auflösung gibt

$$w = 0 \qquad u = \pm B \qquad v = \pm A$$

d. i. die Schwingungsebene der im Krystalle mit der Geschwindigkeit $\sqrt{B^2 (a^2 - b^2) + b^2}$ fortschreitenden Welle coincidirt mit der Ebene, welche sich durch die Breitenrichtung und Normale der Prismenaxe legen lässt. Das Stauroskopkreuz wird demnach sichtbar, wenn sich die Längenaxe des Prisma senkrecht gegen die Vibrationsebene der einfallenden polarisirten Lichtstrahlen stellt.

Für die Domen finden dieselben Verhältnisse statt.

c) Rhombische Pyramiden. Um die Richtungen der Oscillationsebenen der zwei Strahlen zu erfahren, in welche sich ein auf eine Pyramidenfläche senkrecht einfallender Strahl beim Durchschreiten der Krystallplatten theilt, ist es nothwendig, die Gleichungen 1) und 2) allgemein aufzulösen. Transformiren wir 1) in

$$A^2 (b^2 - \varrho^2) (c^2 - \varrho^2) + B^2 (c^2 - \varrho^2) (a^2 - \varrho^2) \\ + C^2 (a^2 - \varrho^2) (b^2 - \varrho^2) = 0$$

so gibt dies

$$\varrho^4 - \varrho^2 [A^2 (b^2 + c^2) + B^2 (c^2 + a^2) + C^2 (a^2 + b^2)] \\ + A^2 b^2 c^2 + B^2 c^2 a^2 + C^2 a^2 b^2 = 0$$

oder kurz: $(\varrho^2 - \varrho^2_{1}) (\varrho^2 - \varrho^2_{11}) = 0$. Die Wurzeln dieser Gleichung sind die gesuchten Grenzwerthe; sie sind bekanntlich

$$\varrho_1{}^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2} \cos (\lambda_1 - \lambda_2)$$

$$\varrho_{11}{}^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2} \cos (\lambda_1 + \lambda_2)$$

(Beer, Einl. in die höh. Opt. 306, 320, wo ein dem hier betretenen entgegengesetzter Weg eingeschlagen wird); λ_1 und λ_2 sind die Winkel, welche die Normale auf K, also die Gerade der Richtung durch die Cosinusse A, B, C bestimmt ist, mit den optischen Axen einschliesst; es ist

$$\cos \lambda_1 = A \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2}} + C \sqrt{\frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2}}$$

$$\cos \lambda_2 = - A \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2 - c^2}} + C \sqrt{\frac{b^2 - c^2}{a^2 - c^2}}$$

Ist ϱ_1 und ϱ_{11} gefunden, so erhält man nach Umformung von 2) in

$$u\,[A^2a^2 + (\varrho^2 - a^2)] + v.ABb^2 + w.\,ACc^2 = 0$$
$$u.\,ABa^2 + v\,[B^2b^2 + (\varrho^2 - b^2)] + w.\,BCc^2 = 0$$
$$u\,ACa^2 + v.BCb^2 + w\,[C^2c^2 - \varrho^2 - c^2)] = 0$$

durch Zuhilfenahme der Relation $u^2 + v^2 + w^2 = 1$

$$u = -AC.c^2\,(\varrho^2 - b^2).\,N$$
$$v = -BC.c^2\,(\varrho^2 - a^2).\,N$$
$$w = [A^2a^2(\varrho^2 - b^2) + B^2b^2\,(\varrho^2 - a^2) + (\varrho^2 - a^2)\,(\varrho^2 - b^2)]\,N$$

wo $N^2\,\big([ACc^2\,(\varrho^2 - b^2)]^2 + [BCc^2\,(\varrho^2 - a^2)]^2$
$+ [A^2a^2\,(\varrho^2 - b^2) + B^2b^2\,(\varrho^2 - a^2) + (\varrho^2 - a^2)\,(\varrho^2 - b^2)]^2\big) = 1$
das Zeichen von N ist dabei ganz gleichgiltig. — Die beobachteten Winkel sind auf Kantenrichtungen bezogen; da die benachbarten Pyramidenflächen

$'o\ (\bar{h}\,k\,l)$ durch $-A, B, C$
$o'\ (h\,\bar{k}\,l)$ durch $A, -B, C$
$\underline{o}\ (h\,k\,\bar{l})$ durch $A, B, -C$

gegeben sind, so erhält man als Drehungswinkel im Stauroskop, jenachdem der Krystall erst nach der Kante $'00$, $00'$, $0\underline{0}$ eingestellt worden, für $\varrho = \varrho_1$ und $\varrho = \varrho_2$

$\cos\psi_{\cdot 00}\sqrt{1 - A^2} = v_1\,C - w_1\,B \qquad \cos\psi'_{\cdot 00}\sqrt{1 - A^2} = v_{11}\,C - w_{11}\,B$
$\cos\psi_{00\cdot}\sqrt{1 - A^2} = w_1\,A - u_1\,C \qquad \cos\psi'_{00\cdot}\sqrt{1 - A^2} = w_{11}\,A - u_{11}\,B$
$\cos\psi_{0\underline{0}}\sqrt{1 - A^2} = u_1\,B - v_1\,A \qquad \cos\psi'_{0\underline{0}}\sqrt{1 - A^2} = u_{11}.B - v_{11}\,A.$

Ich habe zur Vergleichung am Topas die Winkel gerechnet, welche die Kreuzlage mit den Seiten des Pyramidendreiecks einschliessen muss. Für die in der obigen Berechnungsweise eingeführten Ausdrücke erhält man in diesem speciellen Falle

$A = \cos 50^\circ\,56' \qquad B = \cos 70^\circ\,33'\,5 \qquad C = \cos 45^\circ\,27'\,5$

$$a = \frac{1}{1{\cdot}62109} \qquad b = \frac{1}{1{\cdot}61375} \qquad c = \frac{1}{1{\cdot}61161}$$

$$\varphi_1 = 27^\circ\,19, \qquad \varphi_2 = -77^\circ\,19'$$

$$u = -0{\cdot}09690 \qquad v = -0{\cdot}86267 \qquad w = 0{\cdot}49641$$

und hieraus

$$\cos\psi_{\cdot 00} = -0{\cdot}992167$$
$$\cos\psi_{00\cdot} = 0{\cdot}403846$$
$$\cos\psi_{0\underline{0}} = 0{\cdot}717541$$

das ist

$$\psi_{\cdot 00} = -7^\circ\,11' \qquad \psi_{00\cdot} = 66^\circ\,11' \qquad \psi_{0\underline{0}} = 44^\circ\,9'$$

v. Kobell fand für dieselben Richtungen die Winkel

$-5^\circ\,40'$, $\qquad 26^\circ \qquad 47^\circ\,22'$

oder beziehungsweise, wenn man die Complemente setzt

$$\psi_{\cdot 00} = -5^0\ 40' \qquad \psi_{00'} = 64^0 \qquad \psi_{0\underline{0}} = 42^0\ 38'.$$

Also im Ganzen eine ziemlich erträgliche Uebereinstimmung.

5. Monoklinoëdrisches System.

Bei den Krystallen der vorhergehenden Systeme fallen immer die optischen Elasticitätsaxen und die Krystallaxen der Richtung nach in einander. Bei den schiefaxigen Krystallen dieses Systems ist nur noch die Axe der Symmetrie Elasticitätsaxe; die beiden andern Elasticitätsaxen fallen in die Symmetrie-Ebene, schliessen aber, je nach den verschiedenen Farben, verschiedene Winkel mit den Umrissen des Krystalles ein; es ist bisher noch gar kein Anhaltspunkt gewonnen, krystallographische und optische Verhältnisse in dieser Beziehung unter ein bestimmtes Gesetz zu bringen.

Es sei C der stumpfe Winkel, den die krystallographische Hauptaxe mit der Klinodiagonale einschliesst, Y die Axe der Symmetrie (Orthodiagonale) und μ der Winkel, welchen die in den Winkel C entfallende Elasticitätsaxe X für eine bestimmte Farbe mit der krystallographischen Axe X', ν der Winkel, welchen die dritte Elasticitätsaxe Z mit der Krystallaxe Z' einschliesst; folglich

$$\nu + C = 90 + \mu,$$

wodurch zugleich die Richtung angezeigt ist, nach welcher hin die positiven Bogen gezählt werden. Da die Grösse der Elasticitätsaxen ganz unbestimmt ist, so kann über die relativen Werthe von a, b, c in Vorhinein gar keine Supposition gemacht werden.

Es erscheint zweckmässig, das rechtwinklige Coordinatensystem beizubehalten und die Parameter der monoklinoëdrischen Krystallflächen darauf zu beziehen. Man braucht zu dem Ende nur

$$A = A' \cos \mu + C' \cos (C - \mu)$$
$$C = C' \sin (C - \mu) - A' \sin \mu$$

in den Hauptgleichungen zu substituiren; diese Gleichungen erhalten dann die Form

$$[A' \cos \mu + C' \cos (C - \mu)]^2 (b^2 - \varrho^2)(c^2 - \varrho^2) + B^2 (a^2 - \varrho^2)(c^2 - \varrho^2) + [C' \sin (C - \mu) - A' \sin \mu] (a^2 - \varrho^2)(b^2 - \varrho^2) = 0$$

$$\frac{u}{M} = \frac{A' \cos\mu = C' \cos(C-\mu)}{a^2 - \varrho^2}$$

$$\frac{v}{M} = \frac{B}{b^2 - \varrho^2}$$

$$\frac{w}{M} = \frac{C' \sin(C-m) - A' \sin\mu}{c^2 - \varrho^2}$$

wo $M = [A' \cos\mu = C' \cos(C - \mu)]\ a^2 u + B b^2 v + [C' \sin(C-\mu) - A' \sin\mu]\ c^2 w.$

Die gestrichelten Buchstaben beziehen sich auf das schiefe Axensystem des Krystalles; es ist

$$A' = \frac{h}{\alpha} N \qquad C' = \frac{l}{\gamma} N$$

$$\text{wo } \frac{1}{N^2} = \frac{h^2}{a^2} = \frac{k^2}{b^2} = \frac{l^2}{c^2} = 2\frac{hl}{ac} \cos C.$$

α, β, γ sind die Parameter, Axenlängen des Krystalles, h, k, l die Indices einer einzelnen Krystallfläche.

a) Pinakoide.

Das Zeichen der Basis ist (001), d. i.

$$A' = 0 \qquad B = 0 \qquad C'\ 1.$$

Dies gibt

$$(b^2 - \varrho^2)\,[(c^2 - \varrho^2) \cos^2(C-\mu) = (a^2 - \varrho^2)\ \sin^2(C-\mu) = 0$$

$$u(a^2 - \varrho^2) = \cos(C-\mu)\,[a^2 u \cos(C-\mu) = c^2 w \sin(C-\mu)]$$

$$v(b^2 - \varrho^2) = 0$$

$$w(c^2 - \varrho^2) = \sin(C-\mu)\,[a^2 u \cos(C-\mu) = c^2 w \sin(C-\mu)]$$

was zu folgenden Auflösungen führt:

$$b^2 = \varrho^2 \qquad u = 0 \qquad v = 1 \qquad w = 0$$

d. i. die Schwingungsrichtung fällt in die Orthodiagonale;

$$\frac{c^2 - \varrho^2}{a^2 - \varrho^2} = -\,tg^2\,(C-\mu) \qquad v = 0 \qquad \frac{w}{u} = -\ \cot g\,(C-\mu)$$

d. i. die Vibrationsrichtung fällt in die Klinodiagonale. Diese beiden Fälle sind in v. Kobell's Beobachtungen in dem Satze begriffen:

„auf der Endfläche des Hendyoëders stellt sich das Kreuz nach den Diagonalen.“

Das Zeichen des Orthopinakoides ist (100).

$$A' = 1 \qquad B = 0 \qquad C' = 0.$$

Dies giebt

$$(b^2 - \varrho^2)\,[(c^2 - \varrho^2) \cos^2\mu + (a^2 - \varrho^2)\ \sin\mu^2] = 0$$

$$u(a^2 - \varrho^2) = \cos\mu\,[a^2 u \cos\mu - c^2 w \sin\mu]$$

$$v(b^2 - \varrho^2) = 0$$

$$w(c^2 - \varrho^2) = -\sin\mu\,[a^2 u \cos\mu - c^2 w \sin\mu]$$

was zu folgenden Auflösungen führt:

$$b^2 = \varrho^2 \quad u = 0 \quad v = 1 \quad w = 0$$

d. i. die Schwingungsrichtung fällt in die Orthodiagonale;

$$\frac{c^2 - \varrho^2}{a^2 - \varrho^2} = - \operatorname{tg} \mu^2 \quad v = o \quad \frac{w}{u} = \operatorname{tg} \mu$$

d. i. die Schwingungsrichtung fällt in die Hauptaxe. Diese Fälle sind im zweiten Satze der Kobell'schen Beobachtungsresultate gegeben:

„auf der orthodiagonalen Fläche erscheint das Kreuz in der Richtung der Hauptaxe normal.“

Das Zeichen des Klinopinakoides ist (010)

$$A' = 0 \quad B = 1 \quad C' = 0.$$

Dies gibt

$$(a^2 - \varrho^2)(c^2 - \varrho^2) = 0$$
$$u (a^2 - \varrho^2) = 0$$
$$v^2 \varrho^2 = 0$$
$$w (c^2 - \varrho^2) = 0$$

was zu folgenden Auflösungen führt:

$$a^2 = \varrho^2 \quad u = 1 \quad v = 0 \quad w = 0$$

d. i. die Schwingungen geschehen in einer Richtung, welche mit der Klinodiagonale den Winkel μ einschliesst;

$$c^2 = \varrho^2 \quad u = 0 \quad v = 0 \quad w = 1$$

d. i. die Schwingungen geschehen in einer Richtung, welche mit der Hauptaxe den Winkel $90 + \mu - C$ einschliesst. Diese letztern Fälle sind in Kobell's Resumé in dem Satze

„auf der klinodiagonalen Fläche erscheint das Kreuz gegen die Hauptaxe gedreht“

enthalten.

b) Prismen und Domen. Man hat für diese die Formeln, welche im rhombischen Systeme die Verhältnisse einer Pyramidalfläche angeben, anzuwenden, indem man zugleich für A und C die entsprechenden Werthe substituirt.

Es ist sodann

$$\cos \lambda_1 \sqrt{a^2 - c^2} = [A' \cos \mu + C' \cos (C - \mu)] \sqrt{a^2 - b^2} + [C' \sin (C - \mu) - A' \sin \mu] \sqrt{b^2 - c^2}$$

$$\cos \lambda_2 \sqrt{a^2 - c^2} = - [A' \cos \mu + C' \cos (C - \mu)] \sqrt{a^2 - b^2} + [C' \sin (C - \mu) - A' \sin \mu] \sqrt{b^2 - c^2}$$

Für das Prisma (hko) ist

$$
\begin{array}{lccccc}
 & & h\,k\,o & \bar{h}\,k\,o & h\,\bar{k}\,o & \bar{h}\,\bar{k}\,o \\
\dfrac{h\,b'}{\sqrt{h^2 b'^2 + k^2 a'^2}} & = & A'_1 & = -A'_2 & = A'_3 & = -A'_4 \\
\dfrac{k\,a'}{\sqrt{h^2 b'^2 + k^2 a'^2}} & = & B_1 & = B_2 & = -B_3 & = -B_4 \\
0 & = & C'_1 & = C'_2 & = C'_3 & = C'_4
\end{array}
$$

Hieraus folgt, dass gleiche Verhältnisse für die parallelen Flächen stattfinden, ungleiche aber und ähnliche für die angrenzenden.

Da in keinem Falle $u = \cos \mu$, oder $u = -\sin (C - \mu)$ wird, so erscheint das Kreuz jederzeit gedreht gegen die Hauptaxe und zwar zu beiden Seiten des klinodiagonalen Hauptschnittes in gleicher Weise gegen die klinodiagonalen Kanten.

Das Klinodoma (o k l) enthält die Flächen

$$
\begin{array}{lccccc}
 & & o\,k\,l & o\,\bar{k}\,l & o\,k\,\bar{l} & o\,\bar{k}\,\bar{l} \quad \text{wo} \\
0 & = & A'_1 & = A'_2 & = A'_3 & = A'_4 \\
\dfrac{k\,c'}{\sqrt{k^2 c'^2 + l^2 b'^2}} & = & B_1 & = -B_2 & = B_3 & = -B_4 \\
\dfrac{l\,b'}{\sqrt{k^2 c'^2 + l^2 b'^2}} & = & C'_1 & = C'_2 & = -C'_3 & = -C'_4
\end{array}
$$

es finden demnach hier dieselben Verhältnisse statt, wie am Prisma; nur beobachtet man hier die Drehung der Kreuzstellung gegen die im klinodiagonalen Hauptschnitt liegende, der Krystallaxe X' parallele Kante.

Das Orthodoma (h o k) enthält die Flächen

$$
\begin{array}{lccccc}
 & & h\,o\,k & \bar{h}\,o\,k & h\,o\,\bar{k} & \bar{h}\,o\,\bar{k} \\
\dfrac{h\,c'}{\sqrt{h^2 c'^2 + l^2 a'^2 + 2\,h\,l\,a'c' \cos C}} & = & A'_1 & = -A'_2 & = A'_3 & = -A'_4 \\
0 & = & B_1 & = B'_2 & = B_3 & = B_4 \\
\dfrac{l\,a'}{\sqrt{h^2 c'^2 + l^2 a'^2 + 2\,h\,l\,a'c' \cos C}} & = & C'_1 & = C'_2 & = -C'_3 & = -C'_4
\end{array}
$$

Substituirt man diese Werthe in der allgemeinen Gleichung für ϱ^2, so erhält man als Substitutionsresultat

$$
o = (b^2 - \varrho^2) \Big([A' \cos \mu + C' \cos (C - \mu)]\ (c^2 - \varrho^2) + [C' \sin (C - \mu) - A \sin \mu]\ (a^2 - \varrho^2) \Big)
$$

und für $b^2 - \varrho^2 = 0$

$$u = 0 \quad v = 1 \quad w = 0$$

also die Kreuzstellung parallel der orthodiagonalen Kante. Da

$$uu' + vv' + ww' = 0$$

so folgt für die Vibrationsrichtung, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch die Gleichung

$$\varrho^2 = [A' \cos\mu + C' \cos(C-\mu)]^2 c^2 + [C' \sin(C-\mu) - A' \sin\mu]^2 a^2$$

gegeben ist, ohne weitere Entwickelungen $v = 0$.

Die Verhältnisse der Prismen und Domen, wie sie hier abgeleitet wurden, entsprechen vollständig den Beobachtungen v. Kobell's, der seine Resultate folgendermassen zusammenfasst:

„Auf den Seitenflächen des Hendyoëders erscheint das Kreuz gegen die Hauptaxe gedreht, ebenso auf den Flächen eines Klinodoma gegen die Domenkanten. Die Drehungswinkel sind auf den zusammengehörigen Flächen gleich und die Kreuze dem diagonalen Hauptschnitte von links und rechts mit gleichem Winkel zu- oder abgewandt, wechselnd auf der Vorder- und Hinterseite des Krystalles.

„Auf allen Flächen, welche auf dem klinodiagonalen Hauptschnitte senkrecht stehen (Flächen der Orthodomen) zeigt sich das Krenz normal, wenn dieser Hauptschnitt die Richtung der Turmalinaxe hat.

c) Hemipyramiden. Da jede Hemipyramide als Hauptprisma der monoklinoëdrischen Combination betrachtet werden kann, so braucht man nur für C und μ andere Werthe in die Grundgleichung zu setzen, um den analytischen Ausdruck für die optischen Verhältnisse der Hemipyramide zu erhalten. Es wird somit auch auf den Flächen der schiefen Pyramiden das Kreuz gegen die aufrechten Kanten gedreht erscheinen und zwar rechts und links vom klinodiagonalen Hauptschnitte unter gleichen Winkeln, doch so, dass die eine Kreuzlage als Spiegelbild der andern sich darstellt.

Kobell führt unter seinen Beobachtungen keinen hierher gehörigen Fall an; ich habe am Gyps und Borax die Bestätigung gefunden.

6. Triklinoëdrisches System.

Obschon hier das Axensystem des Elasticitäts-Ellipsoides für irgend eine Farbe in gar keiner bestimmten Relation zu den Flächen und Kanten des Krystalles steht, und darum die

Neigungen der Kreuzlagen gegen die Kanten irgend zweier Flächen verschieden ausfallen müssen, so ist es doch von Interesse, die Formeln anzudeuten, mittelst deren aus stauroskopischen Untersuchungen die Richtungen und Grössen der Elasticitätsaxen gefunden werden können.

Nimmt man den Durchschnitt von irgend drei Krystallflächen als Krystallaxensystem an, und bezeichnet den Winkel, welchen die Axe X' mit der Axe der X (erste Elasticitätsaxe für irgend eine Farbe) einschliesst, durch (X, X') u. s. f., so wird bekanntlich in den allgemeinen Gleichungen

$$\begin{aligned} A &= A' \cos (XX') + B' \cos (XY') + C' \cos (XZ') \\ B &= A' \cos (YX') + B' \cos (YY') + C' \cos (YZ') \\ C &= A' \cos (ZX') + B' \cos (ZY') + C' \cos (ZZ') \end{aligned}$$

zu setzen sein; es ist zugleich

$$A' = \frac{h}{a'} M \quad B' = \frac{k}{b'} M \quad C' = \frac{l}{c} M$$

$$M^2 \left[\frac{h^2}{a'^2} + \frac{k^2}{b'^2} + \frac{l^2}{c'^2} + 2\frac{k\,l}{b'\,c'} \cos A + 2\frac{l\,h}{c'a'} \cos B + 2\frac{h\,k}{a'\,b'} \cos C\right] = 1$$

h, k, l sind die Indices einer Krystallfläche, welcher parallel die untersuchte Platte angeschliffen ist; a', b', c' die Parameter des Krystalles und *A*, *B*, *C* die Winkel, welche die Axen Y'Z', Z'X', X'Y' unter einander einschliessen; dabei ist

$$\begin{aligned} \cos C &= \cos (XX') \cos (XY') + \cos (YX') \cos (YY') \\ &\quad + \cos (ZX') \cos (ZY') \\ \cos B &= \cos (XX') \cos (XZ') + \cos (YX') \cos (YZ') \\ &\quad + \cos (ZX') \cos (ZZ') \\ \cos A &= \cos (XY') \cos (XZ') + \cos (YY') \cos (YZ') \\ &\quad + \cos (ZY') \cos (ZZ'). \end{aligned}$$

Denken wir uns X', Y', Z', *A*, *B*, *C*, a', b', c', h, k l gegeben, d. i. den Krystall krystallographisch bestimmt, so ist

$$\begin{matrix} XX' & XY' & XZ' & a \\ YX' & YY' & YZ' & b \\ ZX' & ZY' & ZZ' & c \end{matrix}$$

zu suchen; die Grössen a, b, c sind nur ihren relativen Beträgen nach zu bestimmen, also etwa $\frac{b}{a}$, $\frac{c}{a}$; für die Winkel der zwei Axensysteme besitzen wir in den Ausdrücken für cos *A* etc. drei Bestimmungsgleichungen, aus welchen drei der-

selben als Functionen der übrigen unbekannten und der bekannten Grössen *A*, *B*, *C* zu erhalten sind. Es gilt demnach die Bestimmung von acht Unbekannten auszuführen.

Jede Krystallfläche gibt zwei Kreuzstellungen oder sechs Winkel,

$$\begin{matrix} \psi_1 & \varphi_1 & \chi_1 \\ \psi_2 & \varphi_2 & \chi_2 \end{matrix}$$

von denen aber immer nur zwei zu brauchen sind, da, wenn ψ_1 gefunden ist, φ_1 und χ_1 als Function von ψ_1 und der Richtung der beiden andern Kantenlinien gegeben ist. Es wird, wie oben, alles auf Oktaidflächen bezogen; sind die Flächen anders als dreiseitig gestaltet, so ist die dadurch bedingte Aenderung in den Rechnungsformeln leicht auszuführen, oder eine Diagonallinie als dritte Seite anzunehmen; in beiden Fällen wird an dem eigentlichen Vorgang der Untersuchung nichts geändert, welche eigentlich nur einen der drei Winkel fordert. Um die acht unbekannten Grössen zu finden, hat man nun mindestens die Kreuzstellungen auf vier verschiedenen Flächen zu suchen, wird aber jedenfalls die Anzahl der Beobachtungen möglichst vervielfältigen, da die stauroskopischen Angaben keine grosse Sicherheit gewähren.

Es dürfte dies der einzige directe Weg sein, um die optischen Verhältnisse triklinoëdrischer Krystalle zu ermitteln; er führt zur Kenntniss der Lage der Hauptschnitte und sind erst diese für jede Farbe genau bekannt, so ist es eine leichte Aufgabe, Prismen in den gehörigen Richtungen anzuschleifen, um an ihnen die Brechungsexponenten mit Schärfe zu bestimmen. Es wird jedoch gut sein, bei stauroskopischen Untersuchungen dieser Art sich des Sonnenlichtes und eines Nicol'schen Prisma als Polariseur zu bedienen. Uebrigens dürften hier indirecte Methoden wohl den Vorzug verdienen.

Fassen wir kurz die Fälle zusammen, in welchen das Stauroskop als schätzbares praktisches Hilfsmittel dem Krystall-Physiker dienen kann, so sind es folgende:

1. es erlaubt die rasche und unmittelbare Bestimmung der optischen Hauptschnitte in der Symmetrie-Ebene monoklinoëdrischer Krystalle;

2. es dient zur Orientirung bei verzogenen und undeutlichen rhombischen oder monoklinoëdrischen Krystallen; Prismen-

und Pyramiden-Flächen werden in ersteren leicht unterschieden und in streitigen Fällen kann es über das Krystallsystem selbst entscheiden.

Die Herstellung einfacher Apparate, die Vielen zugänglich sind, und eine bestimmte Aufgabe vollständig lösen, wie die Turmalinzange, die dichroskopische Loupe, ist eine Grundbedingung für den raschen Fortschritt der Erforschung der physikalischen Constanten der Körper. Diesen Apparaten reiht sich das Stauroskop an, indem es über Verhältnisse sichere Auskunft ertheilt, die sonst nur schwierig und nicht ohne Aufwand grösserer Hilfsmittel zu ermitteln sind.

B. Praktische Bestimmung des Hauptschnittes.

Der Krystall wird zu dem Ende parallel der Symmetrie-Ebene angeschliffen und in den Polarisationsapparat gebracht. Hat man kein Stauroskop (über dessen Construction s. Gel. Anz. der k. Münchener Akad. 1855, 144 ff.), so kann man sich eines jeden Instrumentes bedienen, welches einen Objecttisch mit Azimuthkreis besitzt. Auf den Tisch wird eine Glasplatte gebracht, in welche eine Linie gerissen ist, die durch den Mittelpunkt des Kreises führen muss; an diese Linie wird die Platte genau angelegt und hierauf bei gekreuzten Nicols (Turmalinen, Herapathits etc.) beobachtet. Man findet, dass die Platte abwechselnd dunkel und hell (bei dünneren Platten farbig) wird, je nachdem sie innerhalb des Azimuthkreises gedreht wird. Jede Dunkelstellung entspricht einem Hauptschnitte: es werden sich daher dieselben bei Platten, parallel irgend einer Pinakoidfläche, von 90° zu 90° Drehung wiederholen. Vergleicht man nun die Stellung, welche die Linie auf der Glasplatte gegen den Limbus einnimmt, einmal wenn sie in den Hauptschnitt des einen oder andern Nicols tritt (welche Stellungen von vornherein an dem Instrumente genau bestimmt und an dem Limbus bezeichnet sein müssen) und dann, wenn die Krystallplatte Dunkelheit zeigt, so ergibt sich aus der Bogendifferenz am Limbus die Neigung einer Elasticitätsaxe gegen diejenige Kante, welche zur Linie parallel gelegt wurde. Es ist nothwendig, diese Bestimmung wiederholt auszuführen: erstens wegen der Unbestimmtheit über dies Maximum der Verdunkelung, so dass man besser thut, den Eintritt und das

Aufhören der deutlichen Verdunkelung beim Drehen der Krystallplatte zu notiren, und sodann die mittlere Stellung zu berechnen; zweitens wegen der Unmöglichkeit, bei dem Anpassen der Platte an die Trace auf dem Glase keine Ungenauigkeit zu begehen. Ueberdies hat man es meist mit Platten zu thun, wo die Kanten selbst nicht mehr unverletzt sind. Bestimmungen, auf diese Art ausgeführt, geben aber gleichwohl ein Resultat, das nur innerhalb enger Grenzen schwankt und das ich jedenfalls eben wegen der grössern Einfachheit der Methode für richtiger halte, als welches sich auf irgend einem verwickelteren Wege ermitteln lässt, wobei mehrfaches Schneiden und Schleifen der Krystalle vorkommt.

Uebrigens bietet sich durch die genaue Bestimmung der optischen Axen, sobald nur die Kenntniss ihrer ungefähren Lage durch die Elasticitätsaxen gewonnen ist, ein Mittel dar, die Lage der Elasticitätsaxen selbst genauer festzustellen.

Sénarmont hat folgende Methode für Krystalle des monoklinoëdrischen Systemes angegeben: Man klebt zwei Krystalle mit identischen, der Zone der Symmetrie-Axe angehörigen Flächen in hemitroper Stellung an einander und schleift sie senkrecht dagegen, also parallel zur Symmetrie-Ebene an. Man beobachtet nun im Polarisationsapparate die Farben und Intensitätsverhältnisse, welche bei einer Drehung der Platte in ihrer eigenen Ebene auftreten; die Wiederkehr derselben Verhältnisse für die Platte A und B tritt immer nach einer Drehung um den doppelten Winkel ein, den die Elasticitätsaxen der beiden Individuen unter einander einschliessen. Ich habe mich dieses Verfahrens nicht selten zur Controlle bedient, wo der Vorrath an guten Krystallen ausreichte.

4. Bestimmung des Winkels der optischen Axen.

Die Aufgabe zerfällt in zwei Theile: erstens das Aufsuchen der Axen, zweitens das Messen des Winkels, den sie unter einander und gegen bestimmte Krystallflächen einschliessen.

A. Das Aufsuchen der Axen fällt mit der unter 3) angeführten Bestimmung der Hauptschnitte zusammen. Die optischen Axen befinden sich in der Ebene der grössten und kleinsten Elasticitätsaxe, also in einem der drei Hauptschnitte;

um sie zu finden, hat man daher höchstens drei Platten parallel den drei Hauptschnitten zu schneiden, wenn die Axen nicht schon an dem unveränderten Krystalle in dem Polarisationsapparate zu finden sind. Nur in wenigen Fällen, wo der Axenwinkel ein sehr grosser und das Brechungsvermögen der Substanz selbst ein kräftiges ist, muss man sich zu einer grössern Zahl von Schnitten bequemen, doch auch hier gibt es eine Methode, durch welche die Arbeit bedeutend gekürzt werden kann. Diese besteht darin, dass man zuvörderst bestimmt, in welche Richtung die grösste mittlere und kleinste Elasticitätsaxe entfällt.

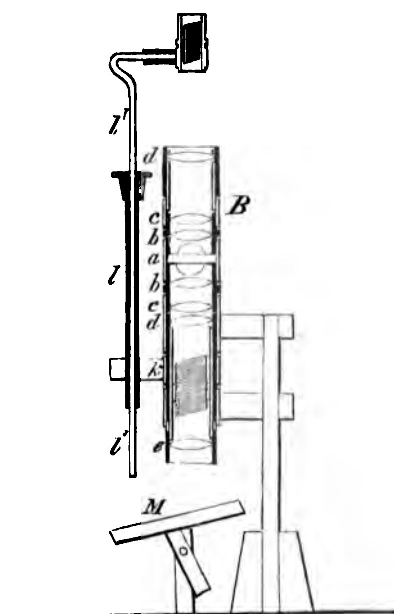
Ich gehe die nothwendigen Operationen der Reihe nach durch.

Ist der Krystall so ausgebildet, dass er sich bequem zwischen die Turmalinzange bringen lässt, so betrachtet man ihn zuerst durch diese. In den wenigsten Fällen wird man aber die Axen wahrnehmen, weil zu viel günstige Verhältnisse zusammenspielen müssen: Kleinheit des Axenwinkels, günstige plattenförmige Krystallentwickelung senkrecht gegen die erste Mittellinie der Axen, geringer mittlerer Brechungsexponent. Oft zwar sieht man eine der Axen, was aber wenig Aufschluss gewährt, da das Gesichtsfeld zu beschränkt ist. Unschätzbar zum Aufsuchen der Axen ist der von Prof. v. Nörrenberg construirte Apparat, dessen ich mich in den letzten Monaten meiner Untersuchungen bedienen konnte und dessen Beschreibung ich mit seiner gütigen Erlaubniss hier beischliesse. Ist schon Amici's Polarisationsmikroskop ein in vieler Beziehung ausgezeichnetes Hilfsmittel, so übertrifft der v. Nörrenberg'sche Apparat an Grösse des Gesichtsfeldes und folglich an Brauchbarkeit den Amici'schen doch noch weit, und nachdem unser Plössl die Ausführung desselben übernommen hat, wird er auch bald in den Händen aller Forscher sein können, die sich mit der Untersuchung dieser Verhältnisse beschäftigen.

Der Apparat besteht aus zwei Röhren, deren jede vier Linsen enthält; die Linsen sind in beiden dieselben, folgen aber in verkehrter Ordnung, so dass die von der grössten Brennweite im untern Rohr die unterste, im obern die oberste Stelle, die von der geringsten Brennweite dagegen im untern Rohr die oberste, im obern die tiefste Stelle einnimmt. Das

System a b hat an meinem nach dem Muster des v. Nörrenberg'schen Originalapparates ausgeführten Instrumente eine Brennweite von 3 Linien, c von 2 Zoll, d von $4^1/_2$ Zoll, e ist die Beleuchtungslinse. Die beiden Röhren sind selbst wieder aus mehreren Bestandstücken zusammengesetzt, um die nöthigen Verschiebungen ausführen zu können; wir verweisen in dieser Beziehung auf die beistehende Figur. Das polarisirende Nicol ist bei dieser Einrichtung zwischen d und e im untersten Röhrenstück, an welchem ein fester Arm K sich befindet, der einen Stab l, l' trägt, an dessen oberem, knieförmig gebogenem Ende der Analyseur steckt, der drehbar ist und daher je nach Bedürfniss gegen den untern gekreuzt oder mit seinem Hauptschnitte parallel gestellt werden kann. Um einen Krystall zu untersuchen, wird B abgehoben und die Platte auf die planconvexe Linse gelegt, hierauf B wieder darüber gestellt und nun durch den Analyseur beobachtet. Dabei kann je nach Bedürfniss der Stab l l' verlängert werden, da l' in l steckt auf- und abgeschoben werden kann. M ist der Beleuchtungsspiegel; arbeitet man mit Sonnenlicht, so reicht es hin, ihn einfach gegen die Tageshelle zu richten; arbeitet man bei künstlicher Beleuchtung, so ist es zweckmässig, eine Lampe mit Milchglaskugel anzuwenden, oder noch besser, zwischen die Flamme und den Spiegel eine Beleuchtungslinse zu bringen.

Fig. 12.



Ueber den Gebrauch des Instrumentes ist nichts weiter hinzuzufügen. Da das Gesichtsfeld nahe an 170° umfasst, so werden wenige Substanzen, welche überhaupt noch vermöge ihres mittleren Brechungsindex die Axenstrahlen in die Luft austreten lassen können, das Axenbild versagen. Freilich ist

und die Zahl der Krystalle, deren Axen wegen Totalreflexion überhaupt nicht mehr gleichzeitig zu übersehen sind, grösser als die jener, wo der scheinbare Axenwinkel weniger als 180° beträgt und für diese wird dann, wenigstens was das directe Auffinden der Ebene der optischen Axen und die Entscheidung über den Charakter der Doppelbrechung betrifft, auch dieser Apparat unzureichend; aber er gestattet es nichts desto weniger immer, wenigstens über die relative Grösse der Elasticitätsaxe zu entscheiden und gibt dadurch von selbst das Mittel an die Hand, indirect die Axenebene zu bestimmen, worauf die Messung des Axenwinkels nach der weiter unten zu beschreibenden Methode keine Schwierigkeit weiter bietet.

Durch eine Gradeintheilung an dem fixen Röhrenstück, in welchem das System a b c steckt, wird es möglich, auch in der Weise, wie am Amici'schen Apparate, das Azimuth der optischen Hauptschnitte schiefprismatischer Krystalle zu messen.

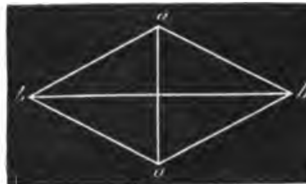
Es sind vielerlei Mittel bekannt, den Charakter der Doppelbrechung zu bestimmen: alle laufen darauf hinaus, eine Verzögerung oder Beschleunigung von bekanntem Betrage einzuschalten und aus dem Resultate auf die unbekannten Geschwindigkeitsverhältnisse zweier rechtwinklig gegeneinander vibrirender Strahlen zu schliessen. Ein längst bekanntes, schon von Biot gelehrtes Mittel besteht in der Anwendung einer compensirenden Quarzplatte, und ich bediente mich derselben, um über die Grösse der Elasticitätsaxen auch in dem Falle zu entscheiden, wo die Axen nicht mehr sichtbar werden.

Es genügt, hier nur kurz an die bekannte Wirkung zu erinnern, auf welcher die compensirenden Eigenschaften der Quarzplatte beruhen. Die ordentlich gebrochenen Wellen pflanzen sich in dem positiven Krystalle rascher fort, als die ausserordentlich gebrochenen, es ist somit die Wellenlänge der ordentlichen grösser als die der ausserordentlichen. Ein und dasselbe Wegstück wird darum auch von den ordentlichen Wellenzügen in weniger Undulationen durchschritten, als von den ausserordentlichen, und an der Austrittsstelle ist nothwendig der ordentliche Strahl in der Phase hinter dem ausserordentlichen zurück, da von den beiden gleichzeitig austretenden Strahlen der ausserordentliche zu einem früher von der

Lichtquelle ausgegangenen Lichtstrahle gehört, als der ordentliche. Geht das Licht in der Richtung der Axe des Quarzes, so verschwindet jeder Wegunterschied und erst bei der Neigung der Platte gegen den einfallenden Strahl erhält man wachsende Wegunterschiede. Von der durch Circularpolarisation längs der Axe bewirkten Doppelbrechung kann nämlich abgesehen werden, da sie nur in so weit in Betracht kommt, als sie das Auftreten des dunklen Kreuzes in der Mitte des Gesichtsfeldes verhindert und daher bei den Interferenzwirkungen, die hier betrachtet werden, nicht nur nicht stört, sondern ungefähr die Rolle übernimmt, welche ein vor das Objectiv eines Fernrohres gestelltes Licht spielt, das die Fäden beleuchtet, ohne den fernen Gegenstand zu decken.

Bei der Neigung der Quarzplatte wird der ordinäre (der Neigungsaxe parallel vibrirende) Strahl um so mehr in seiner Phase hinter dem extraordinären (senkrecht zur Neigungsaxe vibrirenden) Srahl zurückbleiben, je grösser die Abweichung der Platte von der rechtwinkligen Richtung gegen die Axe des Instrumentes wird. Hat man daher eine Krystallplatte in den Nörrenberg'schen Apparat gebracht und mit den Hauptschnitten um 45° gegen die gekreuzte Polarisationsebene der beiden Nicols gestellt, so braucht man nur oben, unter dem analysirenden Nicol die prüfende Quarzplatte zu halten und einmal um eine Axe, parallel dem ersten Hauptschnitte, und sodann um eine Axe parallel dem zweiten Hauptschnitte zu neigen; in einem oder dem andern Falle wird man in der Mitte des Gesichtsfeldes hyperbolische Interferenzkurven auftreten sehen, (oder wenn solche schon vorhanden waren, eine Erweiterung oder Contraction derselben wahrnehmen), sobald nur die Krystallplatte dünn und die Quarzplatte dick genug ist. Denn, setzen wir den Fall, in der beistehenden Figur seien a a, b b die zwei Hauptschnitte der Krystallplatte a b a b, und die Vibration a a pflanze sich rascher fort als die b b, jedoch so, dass die Wegunterschiede so beträchtlich seien, dass für eine sehr geringe Differenz in der Neigung der durchgehenden Strahlen bereits Wegunterschiede von einer und mehreren

Fig. 13.



Wellenlängen eintreten, so leuchtet ein, dass wegen des Uebereinanderfallens der Interferenzcurven vieler Farben die ganze Platte ungefärbt bleiben muss; im homogenen Lichte kann darum zuweilen noch das Auftreten der Curven wahrgenommen werden, doch auch hier müssen sie bei zunehmender Dicke der Platte und darum zunehmender Feinheit der Curven dem Auge endlich entschwinden. Pflanzt sich a a rascher fort als b b, so ist b b beim Austritte in der Phase voraus und es sei der Phasenunterschied für irgend einen Punkt der Platte $= n\lambda$ (wo n jede beliebige ganze und gebrochene positive Zahl sein kann). Wird nun die Quarzplatte parallel b b geneigt, so werden die Vibrationen b b als ordinäre, die Vibrationen a a als extraordinäre Strahlen durch den Quarz gehen, b b somit gegen a a in der Phase verzögert werden; nennen wir diese Verzögerung $n'\lambda$ (wo n' jede beliebige ganze oder gebrochene positive Zahl sein kann und mit der Neigung der Platte wächst); man hat somit für die aus der Quarzplatte austretenden Strahlen die Differenz der Phasenunterschiede $= (n - n')\lambda$. Die Quarzplatte wirkt somit gerade so, als ob die Krystallplatte an Dicke verloren hätte und die Folge ist, dass die Interferenzcurven sichtbar werden können. Hätte man die Quarzplatte parallel a a geneigt, so kehrte sich alles um, die Phasendifferenz würde $= (n + n')\lambda$, d. i. die Krystallplatte scheinbar dicker.

Da man nun weiss, dass im Quarz die Elasticität am grössten für Vibrationen in der Aequatorialebene, am kleinsten für Vibrationen in der Richtung der optischen Axe ist, so entspricht nothwendig demjenigen Hauptschnitte des Krystalles, in welchem die Neigungsaxe des Quarzes steht, wenn die Curven auftreten, die kleinere, dem dagegen rechtwinklig gerichteten Hauptschnitte die grössere Elasticitätsaxe. Wir können also in unserm Falle b b als die kleinere Elasticitätsaxe erkennen.

Das ganze Verfahren besteht demnach in Folgendem:

Man bringt die Pinakoidplatten der Reihe nach in den Apparat, dessen Nicols gekreuzt sind. Man dreht sie so, dass sie das hellste Gesichtsfeld geben, denn dann stehen ihre Hauptschnitte ungefähr um 45° gegen die Polarisationsebene des Apparates geneigt, welche man eben an den Dunkelstellungen der Platten

erkennt. Man hält die Quarzplatte unter den Analyseur und neigt sie einmal parallel dem einen, dann parallel dem andern Hauptschnitt. Die kleinere der zwei in der Ebene der Platten befindlichen Elasticitätsaxen ist parallel jener Richtung der Neigungsaxe der Quarzplatte, bei welcher die Interferenzcurven in der Mitte des Gesichtsfeldes eintreten. Es würden zwar zwei Platten zu dieser Bestimmung hinreichen, es ist aber der Controlle halber vortheilhaft, auch das dritte Pinakoid zu untersuchen.

Durch dieses Compensationsverfahren ist es auch leicht, die Richtung und relative Grösse der Elasticitätsaxen in Platten einaxiger Krystalle zu bestimmen, die parallel der optischen Axe geschnitten sind. Bei manchen physikalischen Apparaten, wo Quarz oder Kalkspathplatten dieser Art vorkommen, ist es oft von Wichtigkeit, diese Unterscheidung machen zu können.

B. Messung des Winkels der optischen Axen und Orientirung derselben gegen die krystallographischen Elemente.

Nach den bisherigen Beobachtungen hatte es sich herausgestellt, dass bei den rhombischen Krystallen die erste und zweite Mittellinie für alle Farben gleich gerichtet, folglich die Elasticitätsaxen auch ihrer Grösse nach für die complementären Farben in derselben Weise orientirt seien. Differirten auch die Winkel der optischen Axen in manchen Substanzen um ein Beträchtliches, je nachdem sie in blauem oder rothem Lichte gemessen wurden, so fielen nichtsdestoweniger immer doch die Ebenen der optischen Axen für alle Farben in denselben Hauptschnitt.

Gerade aber die Dispersionsverhältnisse der Axen, sowie eine Beobachtung an einem klinoëdrischen Krystalle, (dem Glauberit), liessen erwarten, dass es extreme Fälle geben könne, wo die Dispersion so weit reicht, dass, während der Krystall z. B. für roth noch zweiaxig ist, er für blau einaxig, für violett wieder zweiaxig in der entgegengesetzten Diagonal-Ebene ist. In der That nehmen wir an, dass ein Krystall doppeltbrechend bleibt für alle Farben, so können für verschiedene Farben folgende Modificationen in der Orientirung der Elasticitätsaxen eintreten:

Krystallogr. Axen		a	b	c
Elasticitätsaxen	1.	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{b}$
	2.	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{b}$
	3.	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{c}$
	4.	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{c}$
	5.	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{c}$
	6.	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$
	7.	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$
	8.	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{a}$
	9.	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$
	10.	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$
	11.	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{a}$

Mellithsaures Ammoniak, Brookit und Gemische von weinsaurem (oder traubensaurem) Natron-Ammoniak und Natron-Kali geben die bisher beobachteten Belege für diese Verhältnisse; so ist z. B.

Brookit	roth	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{c}$
	gelbgrün	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{c}$
	grün	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{c}$

also 3, 4, 5;

Mellithsaures Ammoniak	roth	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{a}$
	grün	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$
	blau	$\mathfrak{c}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{a}$

also 11, 10, 9; es ist kein Zweifel, dass diese Fälle bei fortgesetzter Untersuchung sich mehren werden.

Man hat somit bei Krystallen des rhombischen Systemes nichts weiter zu thun, als den Winkel der Axen für die verschiedenen Farben zu bestimmen, da die ersten Mittellinien, sind sie auch nicht für alle Farben gleich gerichtet, dennoch nur mit den krystallographischen Axen coincidiren können.

In den Krystallen der klinoëdrischen Systeme vervielfältigen sich die Aufgaben. Einmal können alle die verschiedenen Fälle, welche bezüglich der Grösse der Elasticitätsaxen für verschiedene Farben bei den rhombischen Krystallen stattfinden auch hier eintreten (und in der That sind sie am Glauberit und chromsauren Magnesia-Amoniak bei gewöhnlicher Temperatur beobachtet, und die Uebergänge bei Temperaturerhöhung am Glauberit und Gyps nachgewiesen); dann kommt hier die genaue Bestimmung der Lage der in die Symmetrie-Ebene

entfallenden Elasticitätsaxen hinzu. Sind die Dispersionsverhältnisse nicht zu auffallend und darum die Interferenzbilder nicht allzu verzerrt, so kann man bei gewöhnlichem Lichte arbeiten, sonst ist aber nothwendig homogenes Licht anzuwenden, entweder als Flamme, oder mit Hilfe gefärbter Gläser, wobei allerdings grelle und starke Beleuchtung zu wünschen ist.

Ueber die Orientirung der Elasticitätsaxen in Krystallen des rhombischen Systems s. den Anhang.

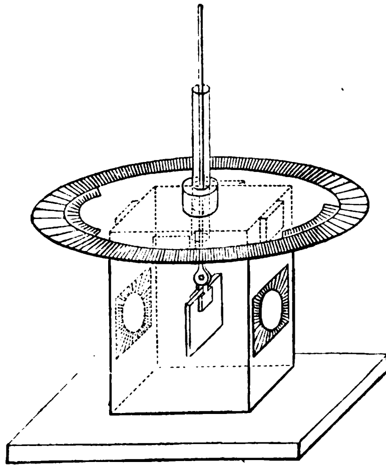
Bevor die verschiedenen hier auftretenden Fälle abgehandelt werden können, ist es nothwendig, die Apparate zu beschreiben, deren man sich zur Messung des Winkels der optischen Axen bedienen kann.

In den Lehrbüchern der Physik sowie in verschiedenen Mineralogien findet man das sogenannte Soleil'sche Goniometer abgezeichnet und beschrieben, das zu dieser Bestimmung construirt sein soll. Als demonstrativer Apparat, der dazu bestimmt ist, in Schulvorträgen ein Paar Axenwinkel wirklich zu messen, wo man dann natürlich auch die passenden Substanzen auswählt, ist das Soleil'sche Goniometer ganz empfehlenswerth und es leistet in der That immer noch Dienste für wissenschaftliche Forschungen bis zu einem scheinbaren Axenwinkel von etwa 80°; dabei aber müssen die Krystallplatten ziemlich gross sein. Da man aber meist Substanzen vor sich hat, die einen viel grössern scheinbaren Axenwinkel haben und sich nur in kleinen Platten herstellen lassen, so beschränkt sich die Anwendbarkeit des ziemlich kostspieligen Apparates auf sehr wenige Fälle. Viel brauchbarer ist darum das Haidinger'sche Goniometer, wo durch die Anwendung des Oelgefässes selbst dann noch die Axenwinkel messbar sind, wenn die Axenstrahlen überhaupt nicht mehr an die Luft austreten können. Ich habe es aber wegen der Schwierigkeit und manchmal selbst Unmöglichkeit, die Platten an diesem Apparate einzustellen, zweckmässiger gefunden, zu dem einfachen Neumann'schen Princip zurückzukehren, und ein Oelgefäss zu construiren, das blos zu dem Zwecke da ist, die Axenwinkel der Krystalle oder umgekehrt die Brechungsexponenten der Flüssigkeiten zu bestimmen.

Eine vierkantige Flasche von möglichst parallelepipedischem Körper wurde so weit unter dem Halse abgeschnitten, dass nur noch ein vierseitiger Becher mit verticalen Wänden übrig blieb.

Die zwei entfernteren Wände wurden kreisförmig ausgeschnitten und geschliffene planparallele starke Glasplatten über die Oeffnungen gekittet. Auf einem Glaskreise von 4 Zoll Durchmesser wurde eine Theilung von 30 zu 30 Minuten angebracht, während an einer zweiten Glasplatte ein Nonius gerissen wurde, der noch $^1/_6$ Grade abzulesen erlaubte. Die beiden Glasplatten wurden gut centrisch gebohrt und durch ein Glasröhrchen als Axe verbunden; die obere (Nonius) Platte befestigte ich durch angekitteten Kork an diese Axe, während an die untere (Limbus) Platte vier den Seiten des Glasgefässes entsprechende Korkklötzchen dergestalt gekittet wurden, dass die Platte unverschiebbar aufsitzt und dennoch leicht abgehoben werden kann. Durch die Glasaxe wurde ein Eisenstab gesteckt, der unten eine Gabel von zwei flachen plattenförmigen Zinken trägt, welche um ein Charnier drehbar ist. Das ganze Gefäss stelle ich in ein zweites von Pappe, um das störende Seitenlicht abzuhalten; an den den geschliffenen Glasplatten entsprechenden Seiten ist das äussere Gefäss kreisförmig ausgeschnitten, so dass die polarisirenden Platten hier angesteckt werden können; Kreise mit Theilungen von 5 zu 5 Graden, an den Wänden dieses Gefässes gezeichnet, machen es möglich, die polarisirenden Platten um beliebige Winkel gegen einander einzustellen. Die Krystallplatte wird zum Behuf der Messung in die Gabel gesteckt. Man hat somit zur Einstellung der Platten drei aufeinander rechtwinklige Drehungsaxen: die des Charniers, die Richtung senkrecht gegen die Ebene der Platten, und die des Stahlstabs in der Glasaxe. Bei der Messung bleibt der Stahlstab unberührt und wird die Glasaxe selbst und mit ihr der Noniuskreis gedreht. Visirt wird auf eine Flammenspitze.

Fig. 14.



Die Messung des Axenwinkels rhombischer Krystalle versteht sich nun von selbst.

Bei Krystallen des monoklinoëdrischen Systemes, deren Axenebenen senkrecht stehen zur Symmetrie-Ebene, ist das Verfahren dasselbe, nur muss für jede Farbe eigens eingestellt werden. Liegen die Axen in der Symmetrie-Ebene, so wird die Platte zuerst so gerichtet, dass ihre Projection genau in die Richtung der Visur fällt. Der Stand des Nonius wird notirt. Hierauf dreht man die Glasaxe so lange, bis die Axen für die verschiedenen Farben sichtbar werden. Offenbar sind dann die abgelesenen Bögen die Winkel, welche diese Axen mit den Plattennormalen einschliessen.

Ist ν der Brechungsexponent des Oeles, so wird wenn α, α^1 die beiden gemessenen Winkel im Oel und β, β^1 die hieraus zu berechnenden in der Luft bedeuten:

$$\sin \beta = \nu \sin \alpha \qquad \sin \beta^1 = \nu \sin \alpha^1$$

wenn μ der mittlere Brechungsexponent ist, und φ, φ^1 die wirklichen Winkel der Axen mit der Plattennormale bedeuten

$$\sin \varphi = \frac{\sin \beta}{\mu} = \frac{\nu}{\mu} \sin \alpha$$

$$\sin \varphi^1 = \frac{\sin \beta^1}{\mu} = \frac{\nu}{\mu} \sin \alpha^1$$

und der wirkliche Axenwinkel $= \varphi + \varphi^1$.

Bei Krystallen, welche genaue Schliffe zulassen und etwas grössere Platten geben, kann man sich des Babinet'schen Goniometers mit zwei Fernröhren mit Vortheil bedienen. Zwischen Ocular und Objectiv wird der polarisirende Nicol gebracht. Die Messungen werden hier natürlich in dem Grade genauer, als die Einstellung eine schärfere ist, doch lässt sich dies Instrument leider nur bei sehr wenigen Substanzen anwenden. Ist man genöthigt, des grossen Axenwinkels wegen Oel anzuwenden, so wird es immer noch am zweckmässigsten sein, den Haidinger'schen Apparat zu benützen, der die Vortheile der Miller'schen und Babinet'schen Beobachtungsmethoden in sich vereinigt.

5. Charakter der Doppelbrechung.

Bei optisch einaxigen Krystallen entsteht die Frage, ob die optischen Axen, bei optisch zweiaxigen, ob die erste Mittellinie die grösste oder kleinste Axe der Elasticität ist.

Hat man die Brechungsexponenten bestimmt, so beantwortet sich diese Frage leicht, da die Grösse der Elasticitätsaxen proportional den reciproken Werthen der Brechungsindices sind.

Hat man aber blos Krystalle zur Disposition, welche zwar die Lage der Axen zu bestimmen erlauben, aber für die Ermittelung der Brechungsverhältnisse entweder zu klein oder zu ungleichförmig ausgebildet sind, so muss man sich eines der zahlreichen Compensationsverfahren bedienen. S den vorigen §. über die Anwendung der compensirenden Quarzplatte und den Anhang.

Bei einaxigen Krystallen wandte ich durchgängig das Verfahren mit der Viertelundulationsglimmerplatte, bei zweiaxigen die senkrecht gegen die optische Axe geschnittene Quarzplatte an. Die Untersuchung mittelst der letztern ist oben angegeben worden; bei der Viertelundulationsplatte wird der Hauptschnitt (Axenebene) des Glimmers um 45° gegen die Polarisationsebenen des Apparates (der Turmalinzange, des Nörrenberg'schen Polarisations-Mikroskopes, des Soleil'schen Apparates oder irgend eines andern hierzu passenden Instrumentes) eingestellt und beobachtet ob die beiden dunkeln Punkte, welche statt des schwarzen Kreuzes im Gesichtsfeld auftreten, sich rechtwinklig gegen den Glimmerhauptschnitt stellen, oder ob sie in diesen fallen. Krystalle der ersten Art sind positiv, d. i. sie wenden dem Auge des Beobachters die kleinste, Krystalle der zweiten Art sind negativ, d. i. sie wenden dem Auge des Beobachters die grösste Elasticitätsaxe zu.

6. Absorptionsbestimmungen.

Haidinger's dichroskopische Loupe hat es möglich gemacht, die sehr merkwürdigen Verhältnisse des Pleochroismus einem genauen Studium zu unterwerfen; Haidinger hat auch durch die Entdeckung der Polarisationsbüschel ein Mittel gefunden, Farben und Strahlen auf objective Weise ohne Zuhilfenahme einer hypothetischen Ansicht über die Lage der Schwingungs-Ebene gegen die Polarisationsebene zu orientiren. Er charakterisirt in der Figur des Krystalles durch zwei Bilder (Fig. 15.) die Strahlen, deren Farben angegeben werden; es stellen diese Bilder die gelben Polarisationsbüschel der beiden

Fig. 15.



Wellensysteme dar. Die Polarisationsebene ist parallel den Sehnen der Bögen.

Sind X, Y, Z die Richtungen und $\mathfrak{a}$ $\mathfrak{b}$ $\mathfrak{c}$ die Grössen der drei Elasticitätsaxen für eine bestimmte Farbe, so lassen sich die Amplituden der Vibrationen parallel diesen drei Axen ausdrücken durch

$$e^{-(\mathfrak{a})x} \quad e^{-(\mathfrak{b})y} \quad e^{-(\mathfrak{c})z}$$

wenn die Amplitude der einfallenden Vibrationen gleich eins gesetzt wird. Die Grössen ($\mathfrak{a}$), ($\mathfrak{b}$), ($\mathfrak{c}$) sind die Absorptionscoëfficienten. Man kann mittelst dieser ein Ellipsoid construiren, indem man $x = y = z = 1$ setzt und die hieraus sich ergebenden Werthe $e^{-(\mathfrak{a})}$ $e^{-(\mathfrak{b})}$ $e^{-(\mathfrak{c})}$ als die Hauptaxen eines Ellipsoides betrachtet.

Legen wir durch das Elasticitäts- und Absorptionsellipsoid eine Schnittebene, so sind die Gleichungen zur Bestimmung der Richtungen der Maxima der Radienvectoren der beiden elliptischen Schnitte die oben unter 3, A gegebene Relation 1) und 2) in welchen nur für a, b, c die Grössen $\frac{1}{\mathfrak{a}}$, $\frac{1}{\mathfrak{b}}$, $\frac{1}{\mathfrak{c}}$ und $e^{-(\mathfrak{a})}$, $e^{-(\mathfrak{b})}$, $e^{-(\mathfrak{c})}$ zu substituiren sind. Man sieht, dass diese Maxima im Allgemeinen nicht übereinstimmen und nur für den Fall, dass die Schnittebene durch eine der drei Coordinatenaxen geführt wird, im Elasticitäts- und Absorptions-Ellipsoid über einander fallen. Kobell's Beobachtung, dass die Maxima der Farbenunterschiede auch mit den Kreuzrichtungen im Stauroskop zusammenfallen, ist daher für optisch einaxige Krystalle und für Domen und Prismenflächen des rhombischen Systemes strenge, für Pyramidenflächen des rhombischen Systemes und für sämmtliche Flächen des monoklinoëdrischen Systemes, mit Ausnahme der Symmetrie-Ebene, nur näherungsweise richtig.

Haidinger bezieht die pleochromatischen Verhältnisse auf die Krystallaxen, oder, wo sie bekannt sind, auf die Mittel-, Supplementar- und Normallinien der optischen Axen.

Da die Absorption wesentlich mit der Vibrationsrichtung zusammenhängt, so habe ich dieselbe in der Bezeichnung direct auf die Elasticitätsaxen bezogen, wo diese ihrer relativen Grösse

und Lage nach bekannt waren; wo ich dies aus Mangel an Material nicht bestimmen konnte, begnügte ich mich, die Angaben über Pleochroismus auf die Krystallaxen zu beziehen. Ich bezeichne durch

(a) (b) (c)

die Farben und Absorptionsverhältnisse der Strahlen, deren Vibrationen parallel den Krystallaxen a, b, c vor sich gehen; durch

(𝔞) (𝔟) (𝔠)

die Farben und Absorptionsverhältnisse der Strahlen, deren Vibrationen parallel den Elasticitätsaxen 𝔞, 𝔟, 𝔠 geschehen. Bei klinoëdrischen Krystallen sollte man natürlich auch auf die Dispersion der Elasticitätsaxen Rücksicht nehmen; doch sind die Absorptionsuntersuchungen noch zu sehr im Beginn, als dass es einen Sinn hätte, jetzt schon auf solche Feinheiten zu dringen.

Bei der Beobachtung wird folgendermassen vorgegangen: Man stellt die beiden Bilder der dichroskopischen Loupe entweder horizontal neben, oder vertical über einander, und sieht nach irgend einer glänzenden Holz- oder Glasfläche. Das Bild, welches dabei hell erscheint, wird durch Vibrationen erzeugt, welche senkrecht zur Reflexionsebene geschehen. Hat man also z. B. die Bilder horizontal neben einander eingestellt und sieht nach einer horizontalen Tischplatte und es zeigt sich, dass das Bild links hell, das Bild rechts ohne Glanz erscheint, so bedeutet dies, dass das Bild links durch Strahlen gebildet wird, deren Vibrationen horizontal geschehen — sieht man nun mit der Loupe durch einen Krystall, der so aufgestellt ist, dass eine seiner Axen horizontal, die andere vertical gerichtet ist, und zeigt sich das Bild links dunkler als das Bild rechts, so erkennt man sofort, dass die Strahlen, deren Vibrationen parallel der horizontal gestellten Krystallaxe geschehen, mehr absorbirt werden als diejenigen, deren Vibrationen der vertical gestellten Axen parallel gerichtet sind.

Ich lasse hier einige Beobachtungen folgen, welche sich nicht wohl unter die im speciellen Theile enthaltenen Angaben einreihen lassen:

Optische einaxige Krystalle.

Arsenbleierz von Johanngeorgenstadt. Wachsgelb. (a) > (c) jedoch auch in dickeren Schichten kaum merkbarer Farbenunterschied.

Beryll. Negativ. Die Vibrationen der ausserordentlichen Strahlen somit parallel der grössern Elasticitätsaxe a.

Nertschinsk: (a) himmelblau, gesättigt mit einem Stich in's Grüne; (c) farblos, wasserhell.

Nertschinsk: (a) schwach meergrün; (c) farblos mit einem Stich in's Gelbliche.

Nertschinsk: (a) farblos mit einem Stich in's Meergrüne; (c) farblos, wasserhell.

Nach diesen Beobachtungen sind die Wellenzüge von grösserer Fortpflanzungsgeschwindigkeit die mehr absorbirten, also (a) > (c). Brewster fand ebenfalls die ausserordentlichen Strahlen mehr absorbirt, als die ordentlichen, während Haidinger an einem ölgrünen Exemplar das umgekehrte Verhältniss beobachtete und Beer an gelben und bläulich-grünen Krystallen gar keinen Intensitätsunterschied wahrnahm. Ich untersuchte auch Krystalle, die in der ganzen Masse gelbgefärbt, stellenweise bräunlich gefleckt erschienen; die dichroskopische Loupe zeigt wie diese Farben von zufälligen, der Substanz des Berylls fremden Beimischungen herrühren, denn wo die gelbliche Färbung schwach ist, zeigen sich die eigentlichen Töne des Berylles: (a) Stich in's Meergrüne, (c) Stich in's Gelbliche, (a) > (c). Wo gelb vorherrscht, ist oft keine Spur von Dichroismus zu beobachten, selbst wenn Stücke bis 20^{mm} Dicke untersucht wurden; zuweilen aber, besonders an bräunlich-grünen Krystallen (c) > (a), dabei (c) fast rein braun. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass für die reine Beryllsubstanz (a) > (c), während fremde Beimengungen dies Verhältniss zu verwischen oder selbst umzukehren vermögen, was um so leichter eintreten kann, als die Differenz zwischen (a) und (c) eine sehr geringe ist.

Breunerit. Fuscherthal. Braun. Negativ: (a) > (c).

Traversella. Bräunlich (c) > (a). Da sich der Mefitinspath aus Piemont durch grösseren Gehalt an Eisenoxyd auszeichnet, während die Krystalle aus dem Glocknergebiet durchaus sehr vorwiegend kohlensaure Magnesia enthalten, so erklärt sich

das verschiedene Verhalten derselben Species aus den wandelbaren isomorphen Bestandtheilen.

Calcit. Es wurden verschiedene isolirte Stücke aus der Sammlung des k. k. Hofmineraliencabinetes untersucht.

Derby: weingelb, (a) schwefelgelb; (c) rothgelb. (c) > (a).
Bleiberg: weingelb, (a) gelblich, (c) grau. (c) > (a).
" rauchbraun, (a) gelblich, (c) bräunlich. (c) > (a).
" honiggelb. (c) > (a).
Gastein: lichtfleischroth. (c) > (a).
Harz: weingelb. (c) > (a).
New-York: hellviolett. (c) > (a).
Mähren: gelb, (a) schwefelgelb, (c) wachsgelb. (c) > (a).
Sachsen: hellrosenroth. (c) > (a).

Es ist somit im Allgemeinen für jede Färbung, die Pleochroismus wahrnehmen lässt, der ordinäre Strahl mehr absorbirt als der extraordinäre, was auch den Beobachtungen Haidinger's und Beer's entspricht, während Brewster von einem gelblichen Krystalle aus Irland das Entgegengesetzte angibt.

Moroxit. Der reine Apatit ist nach Brewster und Heusser negativ.

Valtigels: (a) schwachröthlich, (c) gelblich. Die relativen Intensitäten nicht wohl abzuschätzen.

Arendal: schön entenblau. (a) entenblau, (c) meergrün. Relative Intensität nicht zu bestimmen.

Greiner, Zillerthal: (a) farblos, schwach gelblich, (c) weingelb. (c) > (a).

Im Allgemeinen zeigt es sich, dass für den mittlern Theil des Spectrums (a) > (c), während für das rothe und blaue Ende das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Nach Haidinger's und Brewster's Beobachtungen am Apatit scheint für das blaue Ende (c) > (a) zu sein, was mit den Verhältnissen des Moroxits übereinstimmt.

Pyromorphit. Negativ.

Mies. Braun mit einem Stich in's Violette. (a) > (c).

Rubin. Negativ.

Ceylon: (a) gelblich fleischroth, (c) rosenroth. (c) > (a). Fasst man die verschiedenen Beobachtungen an den Varietäten des Korund zusammen, so zeigt es sich, dass der mittlere Theil

des Spectrums entschieden mehr in dem ordentlichen Bilde absorbirt ist, als in dem ausserordentlichen, dass somit (c) > (a).

Scheelbleierz. Zinnwald. Schwach dichromatisch; das ordinäre Bild mehr absorbirt als das extraordinäre. Bei sehr grellem Lichte das letztere schwefelgelb, das erstere schwach orangegelb. Sonst hellkaffeebraun.

Turmalin. Negativ.

Siberit, rosenroth. (a) bläulich rosenroth, (c) karmoisin. (c) > (a).

Zirkon. Positiv; also die ordinären Vibrationen der grössern Elasticitätsaxe parallel.

Ilmengebirg, Ural. (c) etwas mehr absorbirt als (a); jedenfalls (c) mehr bräunlich, (a) mehr gelblich. Auch Brewster gibt (c) > (a) an.

Optische zweiaxige Krystalle.

Chrysoberyll. Die Längenaxe der herrschenden Prismen ist erste Mittellinie; Character positiv, also erste Mittellinie kleinste Elasticitätsaxe. Die Ebene der optischen Axen parallel der deutlichsten Spaltungsfläche, also die Normale dieser Fläche mittlere Elasticitätsaxe.

Brasilien: spargelgrün.

(a) gelblich bis orange,

(b) hell, farblos (durch den Contrast bald mehr röthlich mehr grünlich, je nachdem im zweiten Felde der dichroskopischen Loupe gleichzeitig (c) oder (a) sichtbar ist)

(c) spargelgrün.

(c) > (a) > (b).

Euchroit. Die erste Mittellinie ist die Axe der herrschenden Zone: da der Krystall innerhalb des spitzen Winkels der optischen Axen positiven Charakter zeigt, so ist sie die kleinste Elasticitätsaxe. Die grösste Elasticitätsaxe coincidirt mit der mittleren Krystallaxe, steht also rechtwinklig auf der Abstumpfungsfläche der spitzen Säulenkante.

Libethen. Smaragdgrün. Die dichroskopische Loupe zeigt keine Farbendifferenzen, wohl aber deutliche Absorptionsunterschiede, und zwar

(a) > (b) > (c).

Olivenerz. Die Säulenflächen zeigen deutlichen Pleochroismus: die Strahlen, deren Vibrationen parallel zur Säulenaxe geschehen, sind mehr absorbirt als die, deren Schwingungen rechtwinklig gegen die Axe gerichtet sind; der erstere Farbenton ist pistaciengrün, der zweite hell grasgrün.

Epidot. An mehreren Varietäten beobachtete ich die Farbenunterschiede, welche man wahrnimmt, je nachdem die Vibrationen der austretenden Strahlen parallel oder senkrecht zur Symmetrieaxe gerichtet sind. Da nach Miller's Beobachtungen die optischen Axen in die Symmetrie-Ebene entfallen, so entspricht die Symmetrieaxe der mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ und es ist bei

Pistazit aus der Dauphiné:
($\mathfrak{a}$) und ($\mathfrak{c}$) gelbgrün,
($\mathfrak{b}$) saftgrün,

$$(\mathfrak{b}) < \begin{Bmatrix}(\mathfrak{a})\\(\mathfrak{c})\end{Bmatrix};$$

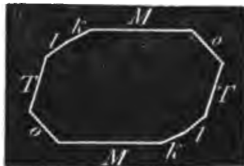
Zoysit von Zappado, Friaul:
($\mathfrak{a}$) und ($\mathfrak{c}$) gelb mit sehr geringer Intensitäts-Differenz
($\mathfrak{b}$) violett,

$$(\mathfrak{b}) > \begin{Bmatrix}(\mathfrak{a})\\(\mathfrak{c})\end{Bmatrix}.$$

Auch nach Haidinger's Beobachtungen an Pistaziten verschiedener Fundorte, am Withamit und Zoysit ist $\mathfrak{b}$ am meisten absorbirt.

Cyanit. Schon die dichroskopische Loupe zeigt hier deutlich den Mangel einer Symmetrie-Ebene. Ist M T das Spaltungsprisma, M die ausgezeichnete Spaltungsrichtung, so sind die grössten Farben- und Insitäts-Differenzen bei den in unserer Figur (17., s. nächste Seite) durch das Kreuz angedeuteten Vibrationsrichtungen, und es ist auf

Fig. 16.

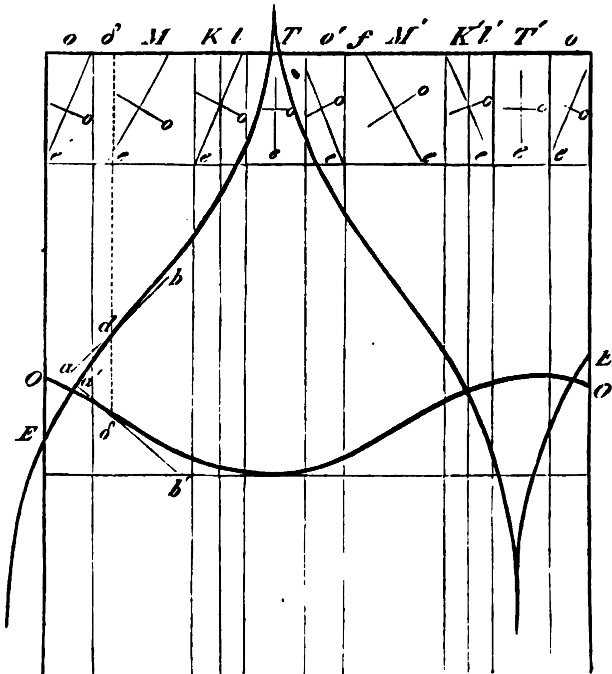


o	e dunkelblau o sehr hellblau	M	e dunkelblau o sehr hellblau
l, k	e dunkelblau o hellblau	T	e dunkelblau o farblos.

Auf der Schiefendfläche ist kaum eine Verschiedenheit der Töne wahrzunehmen.

Die Hauptschnittlagen sind durch e und o auf den verschiedenen Flächen angedeutet. Man kann daraus ein graphisches Schema der sämmtlichen Lagen construiren, welche man

Fig. 17.



erhielte, wenn man einen Cylinder aus dem Krystalle schliffe, dessen Axe der Zone M T parallel wäre. Die Curven E und O deuten diese Uebergänge an: nimmt man die Linie o M k l ... als Abscissenaxe, so ist für irgend eine Fläche δ aus dieser Zone die Tangente a b an d die Vibrationsrichtung e, die Tangenten a′b′ an d′ die Vibrationsrichtung o. Dies gilt innerhalb der nur näherungsweise richtigen Annahme, dass auf den Flächen eines Prisma des klinoëdrischen Systemes die Maxima der Farbendifferenzen rechtwinklig gegen einander polarisirt sind.

7. Fluorescenz.

Die Beobachtungen über Fluorescenz geschahen auf verschiedene Weise, je nachdem die Substanzen in flüssigem oder festem Zustande untersucht wurden.

Bei Lösungen bediente ich mich zunächst der ursprünglich schon von Herschel und Brewster angewandten und durch Stokes weiter ausgebildeten Methoden.

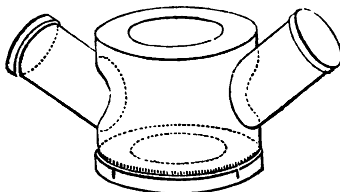
Mittelst eines Sammelglases, z. B. einer gewöhnlichen Loupe, wie sie bei mineralogischen und krystallographischen Untersuchungen Jedermann zur Hand hat, wurde auf die, in einer Eprouvette befindliche Flüssigkeit ein Lichtkegel gesandt und aus der grösseren oder geringeren Deutlichkeit in der Färbung des Kegels auf die Intensität der Erscheinung geschlossen. Diese vorläufige Beobachtung geschah im hellen oder verdunkelten Zimmer; in letzterem Falle wurde die Loupe durch eine Linse ersetzt, welche in die Oeffnung zum Einlassen des Lichtes angebracht ward. Bei genaueren Untersuchungen wurden dann die in Glaseprouvetten befindlichen Substanzen ebenso behandelt, wie feste Körper.

Bei der Untersuchung fester Körper gebrauchte ich vorläufig verschiedenfarbige Gläser, (vergl. Stokes Pag. 91, 158 ff.) Bei sehr empfindlichen Substanzen lässt sich die Fluorescenz freilich auch ohne solche erkennen. Vom Flussspath, von der schwefelsauren Chininlösung ist es bekannt, dass der Schiller schon unter den gewöhnlichen Umständen die Empfindlichkeit der Substanz gegen das einfallende Licht verräth. Ebenso kräftig, und zum Theil noch kräftiger ist die Reaction, welche gewisse Platinsalze äussern. Hält man einen Kaliumplatincyanürkrystall vor sich, so dass das Licht von der Seite auffällt, so hat man an der dem Lichte zugewandten Stelle das kräftigste Lasurblau, während die übrige Substanz schwachgrünlich erscheint; bringt man einen Strontiumplatincyanürkrystall in dieselbe Lage, so erscheint er zart aber entschieden violett, bei sonst farbloser Beschaffenheit; Calciumplatincyanür, Baryumplatincyanür, Kaliumstrontiumplatincyanür, Kaliumbaryumplatincyanür scheinen in das intensivste Smaragdgrün zu tauchen, während ihre Körperfarbe im durchgelassenen Lichte sich als ein dem Orange näher oder ferner liegendes

Gelb erweist; Natriumkaliumplatincyanür, von gesättigtem Gelb, überzieht sich ebenso mit merklichem Grün; die essigsaure Doppelverbindung von Natron und Uranoxyd, von grünlichgelber Körperfarbe, ist an allen dem einfallenden Lichte zugewandten Stellen intensiv bläulichgrün. Am deutlichsten nimmt man diese Erscheinungen wahr, wenn man eine Krystallsäule entzwei bricht und an der frischen Bruchstelle in die Substanz sieht: kein Flussspath zeigt dann die Fluorescenz so reich als diese Platincyanüre. Verschiedenfarbige Gläser machen schon bei gewöhnlichem Tages-, ja selbst bei Dämmerlichte die Erscheinung augenfällig; mit Hilfe eines rothen, gelben, grünen, blauen und violetten Glases, die sich erträglich zu complementären Combinationen anordnen lassen, findet man Spuren von Fluorescenz auch in heller Stube, nur ist es dann zweckmässig den Krystall auf schwarzer Unterlage zu beobachten. Zu genauerer Prüfung liess ich, um die Nothwendigkeit der Verfinsterung des Zimmers zu umgehen, eine Blechkapsel anfertigen, welche mir auch bei den sogleich zu erwähnenden Untersuchungen über die Doppelfluorescenz diente und darum etwas näher beschrieben werden soll. S. Fig. 18.

Ein Cylinder von $1^1/_2$ Zoll Durchmesser und Höhe ist oben gedeckt, unten offen, und trägt beiderseits an entgegengesetzten Stellen kreisrunde Ausschnitte von $^3/_4$ Zoll Durchmesser. An die untere Oeffnung ist ein Boden anzustecken, dessen aufwärtsgebogene Ränder den Cylinder übergreifen, so dass dieser eigentlich in dem Bodenstücke steckt. Der Rand des Bodens ist von 10 zu 10° getheilt, der Cylinder trägt an zwei entgegengesetzten, um 180° entfernten Stellen Marken, sie stehen um 90° von der Mittellinie eines jeden der beiden seitlichen Kreisausschnitte ab. Die innere Seite des Bodens ist geschwärzt, so wie die ganze Innenwand des Cylinders; bei manchen Beobachtungen wurde es aber zweckmässig gefunden eine Porcellanbiscuitplatte auf den geschwärzten Boden zu legen. In die beiden Kreisausschnitte sind Arme unter einem Winkel von circa 35° mit dem Horizonte eingelöthet, welche selbst wieder

Fig. 18.



Cylinder von einem Zoll Länge darstellen. An ihrem offenen Ende können Blechringe aufgesteckt werden, welche Gläser von verschiedener Farbe tragen, oder es wird in dem einen ein Nicolsches Prisma oder eine dichroskopische Loupe eingeschoben. Die Decke des Cylinders hat einen kreisrunden Ausschnitt, der entweder mit einem Blechplättchen geschlossen oder durch ein farbiges Glas gedeckt werden kann.

In dieser Form ist die Kapsel Ersatz für das verfinsterte Zimmer und alle Versuche mit farbigen Gläsern können mittelst derselben angestellt werden: die zu untersuchende Substanz wird auf den Boden, den man herabgenommen, befestiget, und falls sie krystallisirt ist, mit Hilfe der Gradeintheilung am Bodenrande in ein beliebiges Azimuth gegen die Einfallsebene eingestellt. Das Auge des Beobachters befindet sich vor dem einen Seitenarm, während das Licht durch den anderen auf die Substanz dringt. Da man die Kapsel beliebig der Sonne zuwenden kann, so erspart man bei dieser Art von Beobachtung den Heliostaten.

Die Beobachtungen im Sonnenspectrum wurden auch mit Hilfe dieses Apparatchens ausgeführt. Ein Heliostat schickte das Licht durch eine Spalte in's verdunkelte Zimmer; die Strahlen fielen auf ein Glasprisma von starkem Dispersionsvermögen, gelangten von hier auf eine Linse von grosser Brennweite und gaben in der entsprechenden Entfernung auf einem opponirten Schirme das Spectrum mit den deutlich projicirten Fraunhoferschen Linien. Für die vorläufige Untersuchung reichte es hin, die Substanz entweder frei durch's Spectrum zu führen, oder hinter der Spalte eines hölzernen Schirmes zu befestigen und diesen Schirm durch's Spectrum passiren zu lassen. Bei Flüssigkeiten reicht diese Methode aus; bei krystallisirten Körpern zog ich dagegen den Gebrauch meiner Kapsel vor. In diesem Falle waren, wie sich von selbst versteht, die Gläser entfernt, und in den einen dem Auge zugewandten Arme das Nicolsche Prisma oder sonst ein Analyseur oder Polariskop eingeführt. Die Bedeckung des schwarzen Bodens durch ein Biscuittäfelchen gewährt den Vortheil, beim langsamen Fortschreiten des Schirmes durch das Spectrum sogleich an der Farbe der Tafel die Stelle erkennen zu lassen, wo man sich befindet und die erregte Farbe mit der erregenden

vergleichen zu können. Da nur selten Krystalle ohne innere Structurstörungen gefunden werden, solche Structurstörungen aber unregelmässige Reflexe und dadurch farbige Erscheinungen bedingen, so ist es um so nothwendiger, die scheinbaren Körperfarben von den echten Fluorescenzfarben sorgfältig zu unterscheiden. Ausser Trübungen und Unterbrechungen in der Stätigkeit der Substanz sind es besonders spiegelnde Zwillingsflächen, welche Täuschungen bewirken, zumal wenn die Zwillingsflächen in günstiger Spiegellage zwischen Auge und Lichtquelle sich befinden. Beispiele solcher Störungen zeigen Strontiumplatincyanür und Natriumplatincyanür: beide sind farblos, scheinen aber zuweilen mit irgend einer Farbe des auffallenden Lichtes wie übergossen, und doch fluorescirt ersteres erst von Mitte Violett, etwa G $^3/_4$ H an, letzteres überhaupt nicht. In diesem Falle ist es gut, sich durch das auf dem Porcellanboden beiliegende Lichtbild der Spalte von der Gleichartigkeit der Farbe zu überzeugen und ein Blick durch die obere Oeffnung (in der Decke des Cylinders) zeigt dann, wie die Beleuchtung von der Stellung der Zwillingsflächen herrührt. Die Krystalle erscheinen von der Stelle im Spectrum an, die Fluorescenz erregt, wie phosphorescirende, mit ihrer ganzen Substanz selbstleuchtende Körper; dieser Eindruck wird um so vollständiger hervorgebracht, da man es immer nur mit dünnen Lamellen und Stäbchen zu thun hat, die Erregung mithin nicht wie bei Flüssigkeitsschichten von grösserer Dicke in einiger Entfernung von der vorderen Oberfläche abnimmt und endlich aufhört. Es ist natürlich immer vorzuziehen mit möglichst wohlkrystallisirten Individuen zu operiren, da es sich hier nicht blos um die Thatsache der Fluorescenz, sondern auch um die der festen Polarisation der erregten Strahlen handelt, deren Regelmässigkeit durch häufige innere Reflexe gedeckt und endlich in der Erscheinung aufgehoben wird.

D o p p e l f l u o r e s c e n z war bei Krystallen der nicht tesseralen Systeme zu erwarten; denn da das Licht durch die ganze Substanz erregt wird, also Wellen aus dem Inneren derselben entsendet werden, so muss es dem Elasticitätszustande entsprechend, in welchem der Aether sich in solchen Krystallen befindet, in zwei Ebenen vibrirend austreten. Denn es ist dafür ganz gleichgiltig, was auch immer der innere Vorgang

sein mag, der der Fluorescenz zu Grunde liegt. Wird an irgend einem Puncte des Innern Licht erregt, so functionirt der übrige Körper fortan als fortpflanzendes Mittel. Es hätte darum nur Wunder nehmen können, wenn das Licht der Fluorescenz, wie es von doppelbrechenden Krystallen entsendet wird, nicht alle Eigenschaften des Lichtes besässe, das durch solche Krystalle gegangen. Merkwürdiger ist die Thatsache, dass ein Dichroismus des Fluorescenzlichtes beobachtet wird, der mit dem Dichroismus des Krystallkörpers bezüglich durchgelassenen Lichtes in keiner Beziehung zu stehen scheint. Vielleicht ist Dichroismus hier nicht der rechte Ausdruck, da es sich mehr um Unterschiede in der Intensität, als in der Farbe des Lichtes handelt. Das Licht der Fluorescenz des Calciumplatincyanüres vibrirt senkrecht zur Längenaxe des herrschenden Prisma intensiver, obschon Calciumplatincyanür smaragdgrünes Licht durchlässt, es mag parallel oder senkrecht zur Längenaxe vibriren und obschon das auf den Krystall einfallende Licht in diesen beiden Ebenen vibrirt, denn es ist gewöhnliches, höchstens durch die Polarisation an dem Metallspiegel des Heliostaten und die interponirten Prismen und Glaslinsen modificirtes Licht; übrigens zeigt sich die Erscheinung schon bei einfacher Betrachtung durch die dichroskopische Loupe im Lichte der Wolken, das gewiss nicht durch seine eigene Polarisation Anlass zur einseitigen Fluorescenz der Substanz wird. Baryumplatincyanür fluorescirt senkrecht zur Längenaxe kräftiger, als parallel dieser Richtung; Kaliumstrontium- und Kaliumcalciumplatincyanür fluorescirt senkrecht zur Längenaxe mit hellem Smaragdgrün, parallel der Axe mit etwas schwächerem und mehr bläulichem Lichte.

In allen diesen Fällen zeigen die eigentlichen Körperfarben, die man im durchgelassenen Lichte beobachtet, durchaus kein Analogon. Die krystallische Absorption ist in keinem bestimmbaren Zusammenhange mit der krystallischen Fluorescenz.

Dagegen scheint damit eine andere Erscheinung gesetzmässig verbunden zu sein. Der Flächenschiller bei all' den oben angeführten Platinverbindungen zeigt sich stahlblau bis violett, und zwar polarisirt in einer Ebene senkrecht zur Prismenlängenaxe; das heisst, die Vibrationen des Flächenschillers geschehen senkrecht gegen die der vorherrschenden Fluorescenz

und die Farben beider sind stets so vertheilt, dass die des Schillers rascheren Vibrationsreihen angehören als die der Fluorescenz.

Das Licht, das fluorescirende Krystalle aussenden, ist kein homogenes, selbst wenn die erregenden Strahlen homogen waren. Wurde vor die Ocularöffnung der Kapsel ein Glasprisma gebracht und mittelst dieses das Licht der Fluorescenz analysirt, so zeigte sich immer ein mehr oder weniger ausgedehntes Spectrum, in welchem eben nur ein geringer Streifen an Intensität vorwaltete. Die Farben des Fluorescenzspectrum sind immer von der erregenden homogenen Farbe gegen Roth hin verschoben; nie wurde ein Fall der Fluorescenz beobachtet, wo die Vibrationsdauer des erregten Lichtes geringer als die des erregenden gewesen wäre; in der Fluorescenz erscheinen die Schwingungen verzögert gegenüber den Schwingungen der Fluorescenz erregenden Strahlen.

Es ist wohl nicht möglich, die Erscheinungen der Doppelfluorescenz theoretisch zu erklären, wo noch bezüglich der einfachen Fluorescenz so viel aufzuklären ist. Man kann aber immerhin einige Schlüsse über die innere Beschaffenheit des Krystallkörpers gewinnen, sobald man das Unterscheidende zwischen der einfachen und doppelten Fluorescenz näher in's Auge fasst.

Die allen Erscheinungen dieser Art gemeinsamen Grundthatsachen sind:

1. Fluorescenz findet nur an den vom Lichte unmittelbar getroffenen Körperstellen statt;

2. sie beginnt und hört auf mit dem Momente, wo die Bestrahlung beginnt oder aufhört;

3. die Vibrationsdauer der Fluorescenzstrahlen ist grösser als die der Fluorescenz erregenden Strahlen, also bei gleichen Amplituden die Intensität geringer;

4. Licht, das durch eine Reihe fluorescirender Substanzen gegangen ist, verliert endlich die Fähigkeit in diesen Substanzen Fluorescenz zu erregen; die erregenden Strahlen werden in den erregten Substanzen absorbirt.

Da die Intensität durch die lebendige Kraft in der Vibration zu messen ist, und diese dem Quadrate der Amplitude direct, der Wellenlänge verkehrt proportional ist, so findet

sich im dritten Satze entweder ein Verlust an lebendiger Kraft für die Bewegung des Aethers durch Erregung von Vibrationen der Körpertheile oder eine blosse Umsetzung derselben durch Vergrösserung der Wellenlänge und Verkleinerung der Amplituden, angedeutet.

Der Raum, den ein Körper einnimmt, ist erfüllt mit seinen Atomen und dem sie umgebenden Aether; die Atome gruppiren sich zu Molecülen und diese zu einem Körperganzen. In Krystallen ist die äussere Form, so wie die Theilbarkeit, Elasticität u. s. f. nur mittelbar durch die Beschaffenheit der Atome bedingt, insofern diese die Formen der Molecüle bestimmen; das eigentliche Körperelement ist das Molecül. Die erste der oben angeführten Thatsachen zeigt, dass die Fluorescenz weder durch unmittelbare Einwirkung des ausserhalb des Körpers vibrirenden Aethers auf den im Körper befindlichen, noch auch durch die vibratorische Bewegung der Molecüle selbst entstehen kann. Denn, wenn irgend eine vibratorische Bewegung von aussen auf den Aether im Innern des Körpers übertragen wird, so kann hiebei nach sehr einfachen Principien der dynamischen Theorie des Lichtes durchaus keine Aenderung der Vibrationsdauer entstehen, auch ist der Aether immer nur Licht fortpflanzendes Mittel und zu jedem selbstständigen Aufleuchten ist Materie erforderlich; die Molecüle selbst aber müssten, sobald sie aus ihren Gleichgewichtslagen verrückt werden, diese Verschiebungen nach allen Seiten hin durch den Körper fortpflanzen, wie es bei der Erwärmung eines einzelnen Punctes eines Körpers stattfindet. Die Fraunhofer'schen Linien erscheinen aber als scharfbegrenzte bei jeder Dauer der Bestrahlung unveränderte Schattenräume. Die Molecüle erfahren daher bei diesen Phänomenen keine nachweisbaren Verschiebungen.

Wo wir immer Licht entstehen sehen, überall ist der letzte Grund eine innere Bewegung der Materie, eine Verschiebung der Atome aus der Gleichgewichtslage. Es widerspricht nichts der Annahme, dass die Rückkehr in das frühere oder der Eintritt in ein neues Gleichgewichtssystem in einer Folge oscillatorischer Bewegungen der Atome bewerkstelligt wird; dagegen sprechen alle Wärme- und Lichtphänomene dafür. Die Atomenbewegung ruft Bewegung im Aether hervor, im Aether verbreiten sich die Vibrationen des Atomensystemes durch den

ganzen Raum hin. Können durch Atomenbewegung Aethervibrationen erzeugt werden, so ist auch das Umgekehrte möglich. In der Fluorescenz und photochemischen Action geschieht diess Umgekehrte. Dafür zeugt der zweite Erfahrungssatz, dafür die im ersten Erfahrungssatze ausgesprochene Ausschliessung molecularer Bewegungen.

Nach der hergebrachten, freilich nur rohen Vorstellungsweise stellt ein Krystall ein vierfaches Gleichgewichtssystem dar, die Coëxistenz einer vierfachen, aber wechselseitig bedingten Elasticität. Zuerst das Gleichgewicht innerhalb der einzelnen Molecüle, welches bedingt ist durch die Beschaffenheit und Anzahl der Atome; dann das Gleichgewicht der Molecüle innerhalb des festen Körpers, den wir Krystall nennen. Die beiden Systeme sind durchaus von einander unterschieden; sie dürfen nicht einmal analog den verschiedenen Anziehungssystemen im Weltenraume gedacht werden, da jedes Satellitensystem nur Wiederholung eines Sonnensystems im Kleinen ist, und die Körper da und dort nach denselben Gesetzen und nur in Bezug auf Masse und Distanz der Anziehung unterliegen. Hier, im unendlich Kleinen, muss es anders gedacht werden: innerhalb eines Molecüles Gleichgewicht heterogener Atome, innerhalb des Krystallganzen Gleichgewicht gleichartiger Molecüle.

Dem doppelten Gleichgewichtssysteme der Materie entspricht verschiedene Elasticität des Aethers: innerhalb des Molecüles, wo sie durch Beschaffenheit und Stellung der Atome, und innerhalb des Krystallganzen, wo sie durch die Vertheilung der Molecüle bedingt ist. Die Doppelfluorescenz liefert einen schlagenden Beweis für die Existenz dieser zwei verschiedenen Gleichgewichtszustände. Die Krystalle zeigen sich klar, durchsichtig und nicht merklich dichroitisch in gelbem, grünem und blauem Lichte; fällt daher ein Strahl ordinären Lichtes senkrecht gegen einen krystallographischen Hauptschnitt ein, so wird er beim Durchgehen in zwei polarisirte Strahlen zerlegt, und die Intensität des einen wird nicht wesentlich von der des andern verschieden sein. Nun aber zeigt es sich, dass Fluorescenz nur diejenigen Strahlen zu erregen vermögen, deren Vibrationen senkrecht zur Prismenlängenaxe geschehen; die Elasticität innerhalb des Molecüles muss daher nothwendig eine

andere sein, als ausserhalb desselben, im Krystallganzen. Für die fluorescirenden Molecüle verhält sich der übrige Krystall nur als durchsichtiges Mittel. Die Doppelfluorescenz ist daher Moleculardichroismus, Molecularabsorption, im Gegensatz zum gewöhnlichen Dichroismus der Krystalle.

Auf eine merkwürdige Thatsache ist endlich noch aufmerksam zu machen. Die Intensität der Fluorescenz ist bei vielen Substanzen wesentlich an den geringeren oder grösseren Wassergehalt geknüpft; so sind alle in festem Zustande stark fluorescirenden Platinverbindungen in der wässerigen Lösung ohne Spur von Fluorescenz; Magniumplatincyanür mit 3 Aequivalenten Wasser fluorescirt schwach röthlich, mit weniger Wasser lebhaft grün; Kaliumplatincyanür mit 3 Aequivalenten Wasser fluorescirt himmelblau, verwittert aber gelblichweiss; $2\,U_2O_3$, HO, $PO_5 + 8\,HO$ fluorescirt, nach Werther (Erdm. Journ. B. 5, S. 380) im Violett bläulich grün, $2\,U_2O_3$, HO, $PO_5 + 6\,HO$, sehr schwach grüngelb, $2\,U_2O_3$, HO, PO_5, $+ 3\,HO$ gar nicht, $2\,U_2O_3$, HO, PO_5 sehr stark gelbgrün. Die Aufzählung liesse sich noch vermehren.

Aufbewahrung der optischen Präparate.

Platten, welche senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, zur Messung des Winkels der optischen Axen hergestellt wurden, können auf instructive Weise montirt und aufbewahrt, zu späteren Untersuchungen und Zusammenstellungen dienen.

Man schneidet aus Kork oder Pappe von entsprechender Dicke quadratische Platten, welche kreisförmig ausgestemmt werden. Das Präparat wird zwischen zwei Gläschen geklebt, von denen das eine ungefähr so gross ist als der Kork- oder Papperahmen, das andere eben ausreichend, um das Präparat ganz zu decken. Das grössere Gläschen wird nun mit seinen freien Rändern auf den Rahmen geklebt, so dass das Präparat in den kreisförmigen Ausschnitt zu stehen kommt; dabei wird gesorgt, dass die Ebene der optischen Axen parallel einer der Rahmenwände orientirt ist. Auf Papier wird nun die Projection des Krystalles gezeichnet; ist er rhombisch, so dient als Projectionsebene die Schnittfläche des Präparates; ist er monoklinoëdrisch und liegen die ersten Mitellinien in der Symmetrie-

ebene, so projicirt man die Form am zweckmässigsten auf die Schiefendfläche, fallen aber jene Linien in die Symmetrieaxe, so wählt man dazu die Symmetrieebene. Diese Zeichnungen werden auf den Rahmen über das Gläschen geklebt, so dass die Ebenen der optischen Axen in der Zeichnung und dem Präparate parallel liegen. Man kann auf diese Weise auf das Präparat alle nothwendigen Bezeichnungen eintragen, besonders wenn man auf die Kehrseite des Rahmens die Kugelprojection der Form zeichnet, wo unmittelbar die Winkel aufgezeichnet werden können.

Specieller Theil.

Flussspath.

Ca F.

1. Flussspath von Beeralston, Devonshire. (Kais. Hof-Mineraliencabinet.)

Fig. 19.

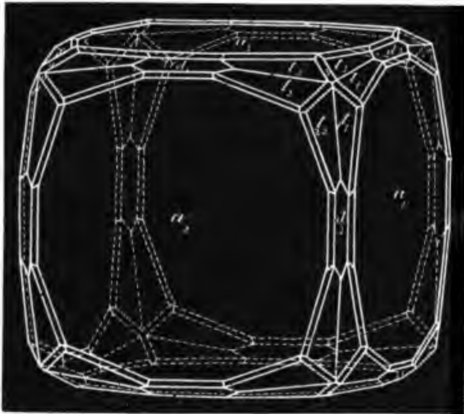
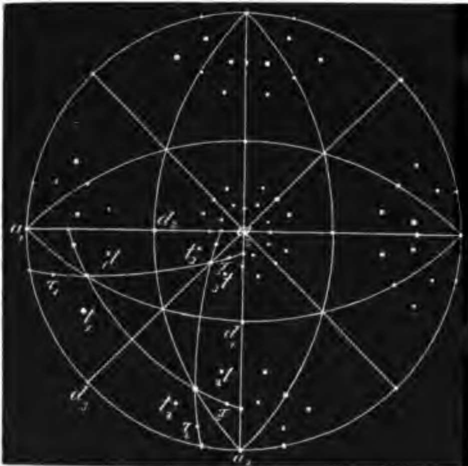


Fig. 20.



Grosse klare weingelbe Würfel, mit dem Tetrakontaoktaëder(731) an den Ecken. Die Messung mit dem Anlegegoniometer gibt nämlich: F = 135 — 137, G = 158 — 160° also Supplementswinkel F = 43 — 45° G = 20° — 22°; für (731) aber ist F = 43° 12·8, G = 21° 13′5. — Ausserdem, als schmale Abstumpfung der Hexaëderkanten das Dodekaëder (110).

Neben diesen bekannten Flächen tritt nun noch eine ganz neue Zone auf, bestehend aus der Fläche eines Ikositetraëders, eines Tetrakontaëders und eines Tetrakishexaëders.

Das Ikositetraëder stumpft die Kanten G des Tetrakontaoktaëders (731) gerade ab. Sein Symbol ist daher (722).

Das Tetrakontaoktaëder liegt in der Zone des Tetrakontaoktaëders (731) und Würfels, denn es erscheint als Abstumpfung der Combinationskanten dieser beiden Formen; dann in der Zone der Ikositetraëder-Flächen (227) (722). Folglich ist sein Symbol (25 6 2).

Das Tetrakishexaëder liegt in der Zone der Ikositetraëderflächen (227) (722) und der Tetrakontaoktaëderflächen (25 6 2). Folglich ist sein Symbol (920).

Aus diesen Abmessungen erhält man für die Kanten folgende Werthe:

Ikositetraëder c (722): $\cos D = \frac{49}{57}\ D = 30^0\ 43'$

$\cos F = \frac{32}{57}\ F = 55^0\ 51'$

Tetrakontaoktaëder τ (25 6 2): $\cos D = \frac{657}{665},\ D = 8^0\ 54$

$\cos F = \frac{304}{665},\ F = 62^0\ 48'$

$\cos G = \frac{649}{665},\ G = 12^0\ 36'$

Tetrakishexaëder s (920): $\cos F = \frac{36}{85},\ F = 64^0\ 57'$

$\cos G = \frac{81}{85},\ G = 17^0\ 39'$

Die Combinationskanten schliessen folgende Winkel ein:

$t_1\ \tau_1 = 36^0\ 51'$	$\tau_1\ s_1 = 4^0\ 33'$	$s_1\ a_1 = 82^0\ 56'$	$c_1\ a_1 = 22^0\ 0'$
$t_1\ s_1 = 13^0\ 1'$	$\tau_1\ a_1 = 14^0\ 12'$	$s_1\ c_1 = 40^0\ 24'$	$c_1\ a_2 = 74^0\ 38'$
$t_1\ c_1 = 10^0\ 37'$	$\tau_1\ c_1 = 11^0\ 11'$	$s_1\ a_2 = 90^0\ 0'$	$c_1\ a_3 = 74^0\ 38'$
$t_1\ a_1 = 24^0\ 19'$	$\tau_1\ {}_1s = 16^0\ 28'$	$s_1\ c_2 = 71^0\ 34'$	$c_1\ d_3 = 68^0$
$t_1\ {}_1\tau = 19^0\ 15'$	$\tau_1\ s_2 = 82^0\ 45'$	$s_1\ a_3 = 77^0\ 28'$	$c_1\ d_2 = 32^0\ 33'$
$t_1\ {}_1s = 23^0\ 23$	$\tau_1\ a_2 = 39^0\ 8'$	$s_1\ c_3 = 62^0\ 38'$	$c_1\ d_1 = 32^0\ 33'$
$t_1\ {}_3\tau = 49^0\ 22'$	$\tau_1\ c_2 = 67^0\ 1'$	$s_1\ d_3 = 81^0\ 11'$	
$t_1\ {}_3s = 54^0\ 37'$	$\tau_1\ {}_2s = 73^0\ 23'$	$s_1\ d_2 = 32^0\ 29'$	
$t_1\ a_3 = 67^0\ 0'$	$\tau_1\ s_3 = 75^0\ 53'$	$s_1\ d_1 = 46^0\ 21'$	
$t_1\ \tau_3 = 61^0\ 21'$	$\tau_1\ a_3 = 76^0\ 33'$		
$t_1\ s_3 = 65^0\ 50'$	$\tau_1\ c_3 = 60^0\ 27'$		
$t_1\ c_3 = 50^0\ 21'$	$\tau_1\ {}_3s = 64^0\ 4'$		
$t_1\ \tau_2 = 73^0\ 17'$	$t_1\ d_2 = 23^0$		
$t_1\ s_2 = 77^0\ 46'$	$t_1\ d_3 = 68^0\ 24$		
$t_1\ a_2 = 82^0\ 31'$	$t_1\ d_1 = 42^0\ 34'$		

$t_1\ \tau_2 = 68^0\ 22'$ $\tau_1\ d_2 = 31^0\ 47'$
$t_1\ {}_2s = 71^0\ 3'$ $\tau_2\ d_3 = 77^0\ 20'$
$t_1\ c_2 = 62^0\ 15'$ $\tau_3\ d_1 = 42^0\ 14'$

Messbar war nur der Winkel der Kante $\tau_1\ a_1$; er wurde $= 14^0\ 20'—30'$ gefunden; bei der Unsicherheit, welche durch die undeutliche Spiegelung in die Einstellung gebracht wird, ist diese Uebereinstimmung hinreichend; den eigentlichen und allein entscheidenden Anhaltspunkt geben ohnehin nur die Zonenverhältnisse. Fluorescenz ausgezeichnet lavendelblau; Körperfarbe weingelb.

2. Krystalle von Zschoppau in Sachsen.

Die bekannten verzogenen und verkrümmten Krystalle, von der Form hexagonaler Skalenoëder. Mehrere bisher noch nicht beschriebene Modificationen machten es möglich, diese Formen genau zu studiren und ihre Bedeutung zu ermitteln.

Die Hauptformen, die zu beobachten waren, sind:

1. Stark gekrümmte rhomboëderähnliche Gestalten; die Oberflächen glatt, rund abgeschliffen, so dass überall Convexitäten vorkommen, indem Kanten und Flächen ihre Krümmung nach aussen richten. Durchsichtig, mehr oder weniger klar, berggrün bis apfelgrün; an den Kanten fast wasserhell, farblos.

Fig. 21.

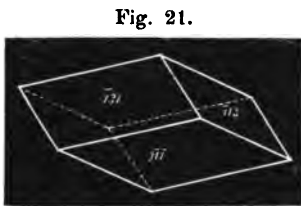


Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



Es lassen sich zwei Formen unterscheiden: sehr gedrückte Rhomboëder, ähnlich Fig. 21.; sehr gezogene Rhomboëder,

ähnlich Fig. 22.; doch wird die Axe durch die Abrundung der Flächen mehr verkürzt, wie dies Fig. 23. zeigt, wo eine Zwillingsbildung dargestellt ist, von welcher ein schönes Beispiel vorliegt.

Spaltungsversuche zeigen, dass an beiden Rhomboëdern die Spitzen gerade weggenommen werden können. An den stumpfen Rhomboëdern lassen sich ausserdem noch die Flächen eines spitzigeren Rhomboëders aus der Gegenreihe erhalten, Flächen, welche auf die Polkanten gerade aufgesetzt sind. An den spitzern Rhomboëdern lässt sich ebenso ein Rhomboëder durch Spaltung nachweisen; dies gehört zur Hauptreihe und ist stumpfer, da seine Flächen die Rhomboëderspitze schief wegnehmen.

2. Gekrümmte Skalenoëder, mit abgestumpften stumpferen Kanten; die Abstumpfungsflächen liegen jedoch nicht in der Zone zweier benachbarter Skalenoëderflächen, sondern gehören zu einem etwas spitzeren Rhomboëder, Fig. 25. Ausserdem sind nicht selten Abstumpfungen der Basisecken in sehr kleinen

Fig. 25.



Fig. 26.

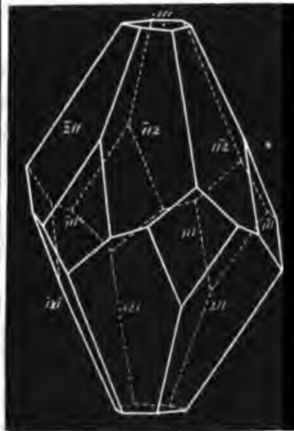
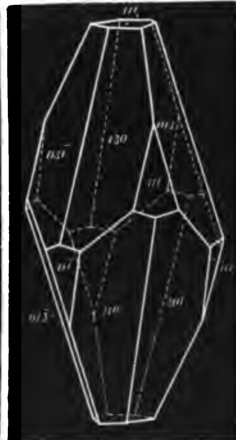


Fig. 27.



und glänzenden Facetten zu beobachten. Diesen Facetten parallel zeigt sich deutliche Spaltbarkeit; ebenso werden die Pol-

ecken durch Spaltungsflächen gerade abgestumpft. Auf der Fläche eines solchen schön ausgebildeten, über einen Zoll langen Skalenoëders wurde auch ein Einsprung wahrgenommen, der einerseits rauhe Bruchflächen, andererseits zwei glatte gekrümmte Krystallflächen zeigt.

Die Aufklärung all' dieser Formen ist nun nicht mehr schwierig. Die Spaltungsrichtungen geben überall das Oktaëder. Die Skalenoëder können entweder durch die partielle Entwicklung von Ikositetraëdern, oder von Tetrakishexaëdern entstehen. Unter den an Flussspath beobachteten Formen kann nur zwischen dem Ikositetraëder [211] und dem Tetrakishexaeder [310] die Wahl sein; das Ikositetraëder [311] gibt überhaupt kein Skalenoëder, sondern eine hexagonale Pyramide, das Ikositetraëder [722], die Tetrakishexaëder [210] und [920] lauter zu spitze oder zu stumpfe Formen. Die Wahl wird aber entschieden durch das Auftreten der Oktaëderflächen: diese schneiden an dem vorliegenden Handstücke die stumpferen Skalenoëderkanten kürzer, die spitzeren länger ab; nun zeigt Fig. 26 und Fig. 27. die Combination des Oktaëders mit dem spitzern Skalenoëder des Tetrakishexaeders [310] und mit dem Skalenoëder des Ikositetraëders [211]. Es kann also kein Zweifel darüber sein, dass die Hauptform der Zschoppauer Krystalle eine Partialform des Tetrakishexaëders [310] ist; auch ist nach der Combinationsweise des Rhomboëders mit dem Skalenoëder sogleich zu erkennen, dass ersteres Partialform von [311] ist: in dem einspringenden Winkel wird sogar die zweite rhomboëdrische Partialform angetroffen.

Die beiden rhomboëdrischen Partialformen von [311] kommen nun auch noch isolirt vor: es sind die Fig. 21., Fig. 22., Fig. 23., und Fig. 24. abgebildeten Formen.

Die ganze hier durchgeführte Ableitung beruht, wie ausdrücklich bemerkt werden muss, auf der Voraussetzung, dass die Zschoppauer Krystalle durch Verziehung und Partialentwickelung von bisher bestimmt nachgewiesenen Formen entstehen; da wegen der starken Flächenkrümmung gar keine Messungen versucht werden können, so war es die Aufgabe, nachzuweisen, was die einzig mögliche Erklärungsweise der vorliegenden Erscheinung unter dieser Voraussetzung sei. Gegen

die Richtigkeit der Voraussetzung wird aber kaum etwas einzuwenden sein.

Gewöhnlich sind die Skalenoëder nach einer Seite gedrückt: Fig. 28. stellt den Durchschnitt des Skalenoëder's im Gleichgewicht der Fläche Fg. 29. in der gewöhnlichen Verziehung dar.

Fig. 28.



Fig. 29.



Kobaltfluorür-Kieselfluorid.



$3(CoFl, Si\ Fl_2) + 7HO.$

Aus der Böttger'schen Sendung. Zur Untersuchung erhalten vom Herrn Sectionsrath Haidinger:

Rhomboëdrisch c : a = 0·901792 : 1 (Hauptaxe: Seite der horizontalen Projection).

Beobachtete Formen: r (100), p $(1\bar{0}\bar{1})$.

Die Combinationshabitus des Dioptases; zuweilen so verzogen, dass es mit der Form der Kupferkaliumchloridkrystalle Aehnlichkeit gewinnt.

Weich und speckig beim Schnitte mit dem Messer; Theilbarkeit sehr undeutlich nach $(1\bar{0}\bar{1})$.

	berechnet:	beobachtet:
r : r'		53° 1'
r : r	126° 59'	
r' : p	63° 30'	63° 34'

Fig. 30.

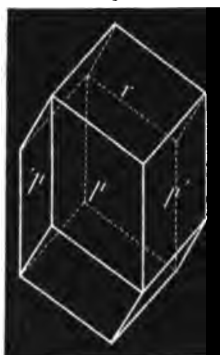


Fig. 31.



Eine Platte, senkrecht zur Axe geschnitten, zeigt bei der Untersuchung mittelst der Viertelundulationsplatten negativen Charakter; also die optische Axe das Maximum der Elasticität, d. i. $\mathfrak{a}$ parallel c.

Färbung der Krystalle schön gelblich braun. Vor der dichroskopischen Loupe nur geringe Helligkeitsdifferenzen, doch ist $(\mathfrak{c}) > (\mathfrak{a})$.

Bei Tageslicht ist c mehr kirschroth, a mehr zinnoberroth; bei Kerzenlicht kaum merklicher Unterschied.



Nickelfluorür-Kieselfluorid.

$3\,(Ni\,F,\ Si\,F_2) + 7\,HO.$

Aus der Böttger'schen Sammlung. Zur Untersuchung überlassen vom Herrn Sect.-Rath Haidinger.

Isomorph mit dem vorigen.

Beobachtete Formen: r (100), p $(10\overline{1})$.

Ebenso weich im Schneiden wie das vorige. Theilbarkeit nach $(10\overline{1})$ kaum deutlich nachweisbar; zerbricht leicht und zeigt selbst bei vollkommener Durchsichtigkeit im Bruche specksteinartige Consistenz.

Eine Platte senkrecht zur Axe geschnitten zeigt, wie das vorige, negativen Charakter. Also a parallel c.

Färbung gesättigt apfelgrün. Pleochroismus nicht wahrnehmbar.

Salmiak.

Am. Cl.

Vom Herrn Emil Seybl zur Untersuchung erhalten.

Es wurden zwei Prismen geschliffen; keines von beiden war aber rein genug, um die Fraunhofer'schen Linien zu zeigen. Es wurde daher in dem Spectrum beider die Stelle, wo diese Linien auftreten sollten, näherungsweise geschätzt, da es noch immer genauer ist, auf solchem Wege das Brechungsvermögen der Substanz für verschiedene Farben zu bestimmen, als bei dem blossen Abschätzen von Farbengrenzen.

Erstes Prisma. $A = 60^\circ\ 2'$. $R = 328^\circ\ 25'$. $D = 288^\circ\ 38'$.

$\omega B = 235^\circ\ 10'$	hieraus	$\mu B = 1{\cdot}6344$
$\omega C = 235^\circ\ 0'$	„	$\mu C = 1{\cdot}6351$
$\omega D = 234^\circ\ 26'$	„	$\mu D = 1{\cdot}6418$
$\omega E = 233^\circ\ 55'$	„	$\mu E = 1.6479$
$\omega F = 233^\circ\ 26'$	„	$\mu F = 1{\cdot}6536$
$\omega G = 232^\circ\ 40'$	„	$\mu G = 1{\cdot}6625$

Zweites Prisma. $A = 61^\circ\ 44'$. $D = 77^\circ\ 3'$. $R = 154^\circ\ 14'$.

$\omega B = 24^\circ\ 6'$	hieraus	$\mu B = 1{\cdot}6308$
$\omega C = 23^\circ\ 38'$	„	$\mu C = 1{\cdot}6380$

$\omega D = 22^0\ 55'$ hieraus $\mu D = 1{\cdot}6426$
$\omega E = 22^0\ 37'$ „ $\mu E = 1{\cdot}6448$
$\omega F = 21^0\ 31'$ „ $\mu F = 1{\cdot}6529$
$\omega G = 20^0\ 30'$ „ $\mu G = 1{\cdot}6599$.

Eisensalmiak.

Aus der Böttger'schen Sendung durch Herrn Sect.-R. Haidinger zur Untersuchung erhalten.

Fleischrothe, gallertartig aussehende, stark verkrümmte Würfel; im Schnitt und Schliff rauh und zäh.

Es wurden mehrere Prismen zur Bestimmung der Brechungsexponenten bereitet; da aber die Substanz in ihrer Beschaffenheit Unregelmässigkeiten zeigt, muschlige Durchgangsflächen als Begrenzung dunkler und heller gefärbter Partien, wie man es ausgezeichnet an grösseren Realgarmassen wahrnimmt, so konnte nur eines derselben, welches gleichmässig und so weit das Auge es zu beurtheilen vermag, homogen gebaut war, zur optischen Bestimmung benützt werden.

Das Prisma ist 3^{mm} hoch, an der der brechenden Kante abgewendeten Seite etwa 2^{mm} dick. Bei diesen Dimensionen wird alles Blau und Violett absorbirt und jenseits E, das die Grenze der durchgelassenen Strahlen bezeichnet, kein Licht mehr wahrgenommen. Am intensivsten ist das Licht zwischen C und D, doch war erstere Linie nicht deutlich genug, um die Ablenkung mit gleicher Sicherheit wie an den andern Linien zu messen.

$A = 46^0\ 31'$. $D = 195^0\ 6'$. $R = 224^0\ 13'$.
$\omega B = 149^0\ 20'$ hieraus $\mu B = 1{\cdot}6340$
$\omega D = 148^0\ 50'$ „ $\mu D = 1{\cdot}6439$
$\omega E = 148^0\ 20'$ „ $\mu E = 1{\cdot}6532$.

Steinsalz.

Na Cl.

Im k. physikalischen Institute befinden sich mehrere Prismen von klarem Steinsalz zu Versuchen über die Ablenkung der Wärmestrahlen. Ich untersuchte ihr Brechungsvermögen für die Linien des Sonnenspectrums und fand

Prisma Nro. 1.

A = 42° 51′. R = 131° 8′. D = 43° 50′.

ωB = 17° 18′	hieraus	μB = 1·5368
ωC = 17° 12·5	„	μC = 1·5384
ωD = 17° 1′	„	μD = 1·5429
ωE = 16° 50′	„	μE = 1·5460
ωF = 16° 37′	„	μF = 1·5505
ωG = 16° 13′	„	μG = 1·5590.

Die Linien A und H nicht mehr deutlich wahrnehmbar.

Prisma Nro. 2.

A = 44° 15′. R = 135° 16′. D = 41° 18′.

ωC = 14° 15′	hieraus	1·5388
ωD = 14° 2′	„	1·5433
ωE = 13° 49′	„	1·5474
ωF = 13° 35′	„	1·5520
ωG = 13° 10′	„	1·5604.

Im Roth und Violett zeigt sich eine Trübung, welche die Linien nicht mehr deutlich fixiren lässt; selbst G und C sind nicht völlig sicher.

Prisma Nro. 3.

A = 59° 39′. R = 99° 29′. D = 1° 40′.

ωC = 329° 53′	hieraus	μC = 1·5403
ωD = 329° 39′	„	μD = 1·5437
ωE = 329° 22′	„	μE = 1·5484
ωF = 329° 2′	„	μF = 1·5536
ωG = 328° 30′	„	μG = 1·5615.

Violett durch innere Reflexe getrübt.

Baden Powell *(A general and elementary view of the undulatory theory as applied to the Dispersion of Light. 1841. p. 116)* gibt folgende Brechungsexponenten

	beobachtet:	berechnet:
μB =	1·5403	
μC =	1·5415	1·5417
μD =	1·5448	1·5452
μE =	1·5498	1·5497
μF =	1·5541	
μG =	1·5622	1·5622
μH =	1·5691	

Vergleichen wir unsere Resultate und die von Baden Powell mit den Cauchy'schen Dispersionsrelationen, so finden wir

$$\frac{1}{\lambda^2_H} - \frac{1}{\lambda^2_G} : \frac{1}{\lambda^2_G} - \frac{1}{\lambda^2_F} : \frac{1}{\lambda^2_F} - \frac{1}{\lambda^2_E} : \frac{1}{\lambda^2_E} - \frac{1}{\lambda^2_D} : \frac{1}{\lambda^2_D} - \frac{1}{\lambda^2_C} : \frac{1}{\lambda^2_C} - \frac{1}{\lambda^2_B} = 77 : 86 : 47 : 54 : 41 : 15$$

$$\mu H - \mu G : \mu G - \mu F : \mu F - \mu E : \mu E - \mu D : \mu D - \mu C : \mu C - \mu B. =$$

Baden Powell:	beobachtet	69	81	43	50	33	12
	berechnet	69	81	44	45	35	14
	Prisma 1.	—	85	45	31	45	16
	Prisma 2.	—	84	46	41	45	—
	Prisma 3.	—	79	52	47	34	—

Das Mittel aus den von Baden Powell und mir beobachteten Brechungsexponenten gibt

$$\mu B = 1{\cdot}5385$$
$$\mu C = 1{\cdot}5398$$
$$\mu D = 1{\cdot}5437$$
$$\mu E = 1{\cdot}5479$$
$$\mu F = 1{\cdot}5525$$
$$\mu G = 1{\cdot}5608$$

und die Differenzen

83 46 42 49 13.

Da ich nicht in der Lage war, eine Analyse der von mir untersuchten Prismen anzustellen, so lässt sich auch nicht entscheiden, wiefern die Unterschiede, die ich beobachtete, einer Verunreinigung der Substanz durch andere Chloride zuzuschreiben wäre. Auch können noch andere Verhältnisse mit bedingend angenommen werden; unsere Prismen wurden theils aus freien Krystallen, theils aus Spaltungsstücken aus grösseren Steinsalzstücken geschliffen, ohne dass jedoch noch bei den einzelnen die ursprünglichen Verhältnisse anzugeben gewesen wären. Die Verschiedenheit des Drucks, unter welchem die Individuen einer Druse und die Massen eines Stocks stehen, muss natürlich in den Brechungsverhältnissen wieder zu finden sein.

Ueber das optische Verhalten liegen noch Beobachtungen von Newton ($\mu = 1·545$), von Brewster ($\mu = 1·557$), Cavallo (μ der concentrirten Lösung $= 1·375$), Jamin (negativer Karakter der Reflexion) und Biot (Lamellarpolarisation) vor. Die thermischen Verhältnisse wurden durch Melloni, Forbes, Provostaye und Desains bestimmt; Forbes namentlich untersuchte das specifische Brechungsvermögen für Wärmestrahlen (Edinb. Tr. XIV.) und wir setzen seine Angaben her, um die Charakteristik des Steinsalzes in dieser Beziehung zu vervollständigen.

	Genähert.	Corrigirt. *)
Weisses Licht der Locatelli'schen Lampe	1·598	1·558
Locatelli'sche Lampe und Alaun " " " dunkles Glas	1·595	1·555
" " " Fensterglas " " " Glimmer Platinspirale und Glas " " schwarzer Glimmer	1·586	1·546
Locatelli'sche Lampe direct Platinspirale Quecksilber bei 450° Dunkelglühendes Kupfer mit Glimmer	1·573	1·533
Dunkelglühendes Kupfer	1·568	1·528

*) Baden Powell bemerkt (l. c. p. 122): „Prof. Forbes selbst hält seine Angaben, die sich auf eine Vergleichung der Brechungsexponenten für Wärmestrahlen mit dem mittleren Brechungsexponenten für Lichtstrahlen beziehen, nur für relativ richtig; deshalb glaubt er auch, dass, wie es hier geschehen, jeder beobachtete Strahl etwa um 0·04 bis 0·05 zu corrigiren ist. Forbes bestimmt den mittleren Index für Licht in derselben Weise wie für Wärme; er beschreibt aber zwei Beobachtungen, die eine mit einer sehr kleinen Lichtquelle, die andere mit der Flamme der Locatelli'schen Lampe. Von der letztern bemerkt er, dass sie die passendere ist zur Vergleichung mit den Wärmestrahlen, und dies letztere ist so offenbar richtig, dass ich glaube, dass nur diese bei einer Beobachtung zu berücksichtigen ist. Nun gibt Forbes $\mu = 1·598$, also corrigirt 1·558, was wirklich dem mittleren Brechungsindex für Licht entspricht."

Kupferchlorid.

Cu Cl.

Die Krystalle, welche man aus einer Auflösung in Hydrochlor erhält, sind Tetraëder (Mitscherlich in Ramm. kryst. Chemie 50).

Lösung. Sie absorbirt schon in sehr verdünntem Zustande das Violett und Roth vollständig: D und G bezeichnen die Grenzen der Strahlen, welche noch durch verdünnte Lösungen durchgelassen werden.

1. Lösung. Concentirt. Für den Raum unseres Prisma völlig undurchsichtig.

2. Lösung. Dichte = 1·1930. (27° C.) Undurchsichtig.

3. Lösung. Dichte = 1·1212. (25° C.)
A = 44° 40′. D = 49° 34′. R = 138° 15′.
$\omega\omega$ = 30° 47′ hieraus $\mu\omega$ = 1·3617
(obere Grenze im Orange)
ωD = 30° 43′ „ μD = 1·3630
ωb = 30° 35′ „ μb = 1·3653
ωE = 30° 32′ „ μE = 1·3660
ωF = 30° 29′ „ μF = 1·3672
ωi = 30° 20′ „ μi = 1·3704.
(untere Grenze im Indigo).

4. Lösung. Dichte 1·1004. (Temperatur = 25° C.)
A = 44° 41·5′. R = 147° 36·5′. D = 44° 13′.
$\omega\omega$ = 26° 33′ hieraus $\mu\omega$ = 1·3560
(obere Grenze im Orange)
ωD = 26° 29′ „ μD = 1·3573
ωb = 26° 22′ „ μb = 1·3587
ωE = 26° 20′ „ μE = 1·3603
ωF = 26°·15′ „ μF = 1·3618
ωi = 26° 7′ „ μi = 1·3645.
(untere Grenze im Indigo).

5. Lösung. Dichte = 1·0940. Temperatur = 27° C.
A = 44° 40′. R = 143° 23′. D = 45° 31′.
$\omega\omega$ = 27° 41′ hieraus $\mu\omega$ = 1·3550

(obere Grenze des Orange)

$\omega D = 27^{0}\ 37'$	hieraus	$\mu D = 1{\cdot}3558$	
$\omega E = 27^{0}\ 29'$	„	$\mu E = 1{\cdot}3586$	
$\omega F = 27^{0}\ 23'$	„	$\mu F = 1{\cdot}3604$	
$\omega G \doteq 27^{0}\ 17'$	„	$\mu G = 1{\cdot}3625.$	

(untere Grenze des Indigo).

Die intensivste Stelle im Spectrum liegt im Gelbgrün $D\,{}^{1}/_{4}$—E.

Kobaltchlorid.



CoCl. + 8 HO.

Durch Carl Ritter v. Hauer dargestellt und mir zur Untersuchung überlassen.

Die Krystalle waren zu unvollkommen, um an denselben eine Messung auszuführen, welche geeignet gewesen wäre, über Rammelsberg's Vermuthung (Kryst. Chem. 47), dass seine als tesseral gefundenen Krystalle mit denen Brooke's, welcher (Ann. of Phil. XXIII, 364) Chlorkobalt monoklinoëdrisch mit Winkeln, welche nahezu dem Tesseralsystem entsprechen, identisch gewesen sei, zu einem bestimmten Urtheile zu führen Es wurde daher nur die Lösung untersucht.

1. Dichte der concentrirten Lösung = 1·2602 bei 23° C.

Das Spectrum ist von A bis D sichtbar, bei D scharf abgeschnitten und erst im Violett wieder ein schmaler Streifen wahrnehmbar. Roth zwischen A und B zeigt eine Reihe undeutlicher Absorptionslinien.

A = 44° 43'. D = 90° 55'. R = 206° 17'.

$\omega A = 71^{0}\ 43'$	hieraus	$\mu A = 1{\cdot}3916$
$\omega B = 71^{0}\ 37'$	„	$\mu B = 1{\cdot}3936$
$\omega C = 71^{0}\ 33'$	„	$\mu C = 1{\cdot}3950$
$\omega D = 71^{0}\ 26'$	„	$\mu D = 1{\cdot}3974$
$\omega v = 70^{0}\ 58'$	„	$\mu v = 1{\cdot}4064$

(obere Grenze des Violett)

$\omega v' = 70^{0}\ 42'$	„	$\mu' v = 1{\cdot}4109.$

(untere Grenze des Violett).

Die Lösung wurde hierauf verdünnt und der optischen Untersuchung unterzogen. In einem titrirten Gefässe wurden erst 5 Theile Wasser und 2 Theile der concentrirten Lösung gemischt, dann mittelst des Piknometers die Dichte 1·1881 gefunden; im Spectrum zeigte sich die Stelle zunächst B frei

von Absorptionslinien, D schnitt noch immer scharf gegen Grün zu ab, der violette Streifen war breiter geworden. Bei der Verdünnung 4 : 1, Dichte = 1·1693 wurde Grün zunächst D sichtbar, brach etwa in der Mitte zwischen D und E ab und zeigte sich der violette Streif gegen Blau hinauf erweitert. Die Brechungsverhältnisse sind folgende:

2. Lösung von der Dichte 1·1881.

A = 44° 43′. R = 210° 50′. D = 91° 0′.

ωA = 72° 30·5′ hieraus μA = 1·3764
ωB = 72° 25 „ μB = 1·3789
ωC = 72° 22 „ μC = 1·3799
ωD = 72° 16′ „ μD = 1·3820
ωi = 71° 48′ „ μi = 1·3909
ωv = 71° 28′ „ μv = 1·3977.

(untere Grenze des Violett).

3. Lösung von der Dichte 1·1693.

A = 40° 41′. R = 171° 47′. D = 34° 41′.

ωB = 16° 30′ hieraus μB = 1·3605
ωC = 16° 27′ „ μC = 1·3616
ωD = 16° 20′ „ μD = 1·3641
ωδ = 16° 15′ „ μδ = 1.3648

(Grenze im Grün)

ωbl = 15° 58′ „ μbl = 1·3713

(obere Grenze des Blau)

ωv = 15° 30′ „ μv = 1·3785

(untere Grenze des Violett).

Kaliumchlorid.

KCl.

Schöne Oktaëder aus der Sammlung der k. geol. Reichs-Anstalt. Ausgezeichnete Theilbarkeit nach den Flächen des Würfels.

Es wurde ein Prisma geschliffen. Die Fraunhofer'schen Linien schätzungsweise.

A = 60° 59′. R = 3° 27′. D = 296° 12′.

ωB = 258° 56′ hieraus μB = 1·4754
ωC = 258° 50′ „ μC = 1·4767
ωD = 258° 28′ „ μD = 1·4825

$\omega E = 258^\circ\ 3'$	hieraus	$\mu E = 1{\cdot}4877$
$\omega F = 257^\circ\ 50'$	„	$\mu F = 1{\cdot}4903$
$\omega G = 257^\circ\ 0'$	„	$\mu G = 1{\cdot}5005$.

Kalium-Quecksilber-Chlorid.



Dünne, breite Lamellen, durch das Vorherrschen eines parallelen Flächenpaares des Prisma p. Nach Rammelsberg rhombisch.

Bringt man die Krystalle unter das Polarisationsmikroskop, so sieht man auf der breiten Prismenfläche die eine optische Axe unter einem schiefen Winkel austreten; aus der Richtung des dunkeln Büschels ergibt sich, dass die Ebene der optischen Axen normal ist gegen die Längenaxe des Prisma.

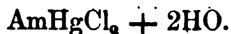
In der Zeit zwischen der Vollendung und Drucklegung des Manuscriptes erhielt ich besser ausgebildete Krystalle, an welchen die nähere Bestimmung ausführbar war. Es fand sich, dass die grösste Elasticitätsaxe mit der Brachydiagonale des Prisma coincidirt und erste Mittellinie ist. Der scheinbare Winkel der optischen Axen bei einer Platte senkrecht gegen die erste Mittellinie geschnitten, ergab sich in Oel von dem Brechungsexponenten 1·470 gleich 91°, woraus folgt, dass die Axen in der Luft nicht mehr gesehen werden können. Im Nörrenberg'schen Mikroskop werden eben noch die inneren Bogenstücke der kreisförmigen Curven wahrgenommen.

Starke Dispersion der Axen. Axenwinkel für Roth grösser als für Violett.

Vergl. Sitz.-Ber. W. Ak. 1857, Novemberheft.

Die Krystalle zeigen gewöhnlich die Form hemimorpher Combinationen; es ist aber eigentlich die tetraëdrische Ausbildung der rhombischen Pyramide, verbunden mit dem einseitigen Vorwalten des einen Prismenflächenpaares, welches diesen Habitus erzeugt.

Ammonium-Quecksilber-Chlorid.



Isomorph mit dem vorigen.

Optisch ähnlich, aber doch mit einer merkwürdigen Diffe-

renz, die auf den ersten Augenblick wie ein Widerspruch gegen die durch die Zusammensetzung und Form gebotene Analogie erscheint.

Schneidet man nämlich eine Platte ganz so wie beim Kaliumquecksilberchlorid, also senkrecht zur Brachydiagonale des rhombischen Prisma, so findet man im Oelgefässe die Axen nicht. Im Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskope hat man ähnliche nach beiden Seiten hin abgeschnittene hyperbolische Curven, die darauf hindeuten, dass der Axenwinkel entweder zu gross ist, um die Axen noch an die Luft austreten zu lassen, oder dass die Brachydiagonale überhaupt nicht erste Mittellinie ist. Dies letztere findet in der That statt und während bei der isomorphen Kaliumverbindung der spitze Winkel durch die kürzere, wird hier derselbe durch die längere Diagonale des rhombischen Prisma halbirt. Der daraus entspringende Widerspruch wird aber sogleich durch die Untersuchung des optischen Charakters gehoben; denn während derselbe für das Kaliumchlorid negativ ist, wird er für die entsprechende Ammoniumverbindung positiv gefunden. Dies zeigt, dass die Elasticitätsaxen in beiden Verbindungen gegen die Krystallform gleich orientirt sind: die mittlere Axe fällt mit der Längenaxe, die kleinste mit der Makrodiagonale, die grösste mit der Brachydiagonale zusammen; nur ist bei Kaliumquecksilberchlorid die grösste, bei Ammoniumquecksilberchlorid die kleinste Elasticitätsaxe erste Mittellinie der optischen Axen. Scheinbarer Axenwinkel in Oel = 51° 25′; Dispersion beträchtlich, $\varrho < v$.

Ammonium-Uranchlorid.


$$3AmCl + U_2Cl_3 + 2\,(U_2O_3,\ 3HO).$$

Von Herrn Ph. Weselsky dargestellt und zur Untersuchung überlassen.

Isomorph mit dem Kaliumuranchlorid, das de la Provostaye (Ann. Chem. Phys. III, VI, 165) beschrieben. Es ist äusserst zerfliesslich und die gemessenen Winkelwerthe weichen unter einander bis nahe um einen Grad ab; es schien darum auch nicht zulässig, nach diesen Messungen eine Grundgestalt zu bestimmen, und es genügt, die gefundenen Werthe neben die von Provostaye am Kaliumuranchlorid beobachteten, zu stellen, um die Isomorphie festzustellen.

	Kaliumuranchlorid. Berechnet.	Beobachtet. De la Pr.	Beobachtet. Ramm.	Ammoniumuranchlorid. Beobachtet.
pb	=	60°28′	60°52′	60°30′
pc	=	83°55		83°
ob	=	81° 0′		80°
o″b	=	75°20′		75°30′

Die Krystalle sind tafelförmig, sechsseitig, ringsum zugeschärft.

Kalium-Kupferchlorid.



$KCl + CuCl + 2\,HO.$

Dargestellt nach bekannter Methode.

Krystallisirt in quadratischen Pyramiden mit gerade abgestumpften Ecken.

Nach Sénarmont in seinem optischen Verhalten nahe wie das Ammonium Kupferchlorid ($\omega = 1{\cdot}744$, $\varepsilon = 1{\cdot}72$).

Charakter negativ. Also die optische Axe grösste Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$.

Dichroitisch: ($\mathfrak{c}$) grasgrün, ($\mathfrak{a}$) himmelblau; ($\mathfrak{c}$) bei dünnen Schichten blau, dann seladongrün und immer grüner je dicker die Schicht ($\mathfrak{a}$) > ($\mathfrak{c}$): durch den schattigeren Farbencharakter des Blau. Die Lösung ist erst bläulich, und wird grüner bei zunehmender Concentration.

Es wurde ein Prisma geschliffen, das zwei sehr klare grünliche Bilder liefert.

$$A = 43^{0}\ 28'\quad D = 221^{0}\ 17'$$

(Min.)	Ordin. Strahl; Vibr. par. $\mathfrak{c}$.			Ext. ordin. Strahl. Vibr. par. $\mathfrak{a}$.		
ωB	190° 26′	hieraus	1·6311	191° 33′	hieraus	1·6070
ωD	190° 9′	„	1·6365	191° 18′	„	1·6148
ωE	189° 36′	„	1·6468	190° 53′	„	1·6227
ωF	189° 10′	„	1·6549	190° 34′	„	1·6287
ωG	188° 40′	„	1·6642	190° 8′	„	1·6368

In $\mathfrak{a}$ ist der blaue, in $\mathfrak{c}$ der gelbe Theil des Spectrums gegenüber dem vorherrschenden Grün mehr bemerkbar.

Baryumchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.



BaCl + 2 CdCl + 5HO.

Von Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt und beschrieben. Sitzungsber. Wr. Akad. 17,333.

Tesseral. Oktaëder, entweder gleichförmig ausgebildet oder mit tetraëdrischer Hemiëdrie, indem die Flächen des einen Tetraëders nur als Abstumpfungen der Ecken des andern auftreten.

Fig. 32.

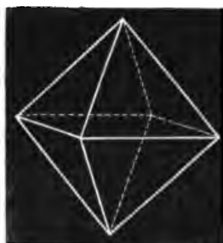


Fig. 33.



Die Messung der etwas höckerigen Krystalle ergab

oo' = 70° 27' bis 70° 38'
o'o' = 109° 25' „ 109° 42'.

Häufig Zwillinge nach einer Oktaëderfläche.

Calciumchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.



CaCl + 2 CalCl + 7 HO.

Durch Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. 17,351.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1·8728 : 1 : 18085. a c = 74°16,

Beobachtete Formen: p (110), a (100), b (010), $p^{3}/_{4}$ (340), $p^{2}/_{5}$ (520), ·0 (111).

Vorherrschend die Flächen des Klinopinakoides b; die Flächen der drei verticalen Prismen kommen immer vorherrschend nur mit einem parallelen Paar vor, und zwar besitzt p zuweilen fast gleiche Ausdehnung mit b, so dass der Querschnitt einem Rhombus gleicht, dessen spitze Ecken schief und unsymmetrisch durch die schmalen Flächen von $p^{4}/_{3}$ und $p^{2}/_{5}$ abgeschnitten sind. b und p spiegelt erträglich, doch sind sämmtliche verticale Prismenflächen parallel ihren Durchschnittskanten mehr oder weniger gestreift; am meisten zeigen diese Streifung die untergeordneten Prismen und Pinakoidflächen; p und a sind zuweilen zerfressen immer mit Grübchen besät. Die Flächen der Hemi-

pyramide sind dem Angriffe der atmosphärischen Feuchtigkeit weit zugänglicher als die der Prismen; sie zeigen immer starke

Fig. 34.



Fig. 35.



Streifung parallel den Combinationskanten mit dem vorherrschenden Flächenpaar des ersten vertikalen Prisma.

		Gerechnet:	Gemessen:
pa	=		61°54' * (gut spiegelnd)
pp'	=	123°48'	
p'p	=	56°12'	
p²/₅a	=	36°50'	37°10'
p⁴/₃a	=	68°10'	68°30'
'o'a	=		46°0' *
'o'o'	=	88°0'	88°9'
p'o	=		60°3' *
pp²/₅	=	25°4'	
pp⁴/₃	=	6°16'	
pb	=	28°6'	28°
pp⁴/₃'	=	49°56'	
pp²/₅'	=	81°16'	
p²/₅p²/₅'	=	106°20'	
p²/₅'p²/₅°	=	73°40'	
p²/₅p⁴/₃	=	31°20'	

$p^2/_5 b = 53^\circ 10'$
$p^2/_5 p^4/_3{}' = 75^\circ 0'$
$p^4/_3{}' p^4/_3 = 43^\circ 40'$
$p^4/_3 p^4/_3{}' = 136^\circ 20'$
$p^4/_3 b = 21^\circ 50'$
$'op^2/_5 = 47^\circ 42'$
$'op^4/_3 = 63^\circ 56'$
$'op^4/_3{}' = 94^\circ 26'$
$'op' = 99^\circ 38'$
$'op' = 80^\circ 22'$
$'op^2/_5{}' = 116^\circ 3'$
$'o\ 'p^4/_3 = 85^\circ 34'$
$'o\ 'p^2/_5 = 63^\circ 57'$

Ausgezeichnet theilbar nach p und a; die Theilungsblättchen weich und biegsam wie am Gyps. Da die Theilung parallel zum Klinopinakoid analog der ausgezeichneten Spaltungsrichtung am Gyps ist, würden die Lamellen dieser Substanz für optische Apparate sehr zu empfehlen sein, wenn nicht das grosse Bestreben Wasser anzuziehen die Brauchbarkeit beschränkte.

Zwillingsbildungen nach dem Orthopinakoid, also wieder wie beim Gyps, sind sehr häufig.

Die Krystalle sind vollkommen wasserhell und zeigen in der dichroskopischen Loupe keinen Helligkeitsunterschied. Die nähere Untersuchung wurde durch die Unmöglichkeit den Einfluss der atmosphärischen Feuchtigkeit zu beseitigen, vereitelt.



Strontiumchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.

$SrCl + 2\ CdCl + 7\ HO$.

Von Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt und beschrieben. Sitzungsber. Wr. Akad. 17,336.

Fig. 36.

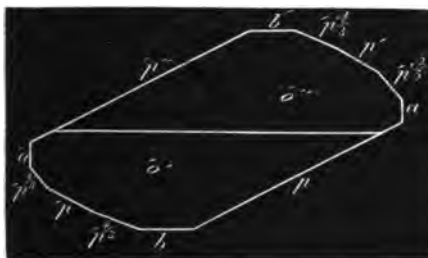


Fig. 37.

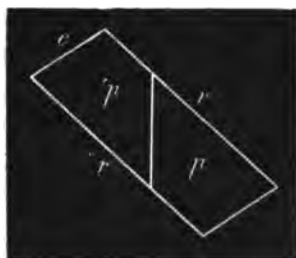


Fig. 38.



Monoklinoëdrisch.

Beobachtete Formen: p (110), r' (101), q (011), b (010), c (001).

Langgestreckte Säulen, gebildet durch die Flächen des Orthopinakoides, der Basis und des hinteren Hemiorthodoma. Die Längenaxe der Säule ist somit Symmetrieaxe. Zu beiden Seiten ist die Säule durch ein Prisma abgegränzt, dessen aufrechte Kante der Combinationskante mit b parallel ist. Die Flächen des Klinodomas sind untergeordnet und nicht immer vollzählig vorhanden.

bc = 75°35'
cr' = 48°10'
br' = 56°45'

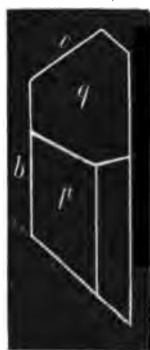
Die Seitenkantenzone erwies sich unmessbar. Die Krystalle sind höchst zerfliesslich; die Säulenenden gegen hygroskopische Wirkung empfindlicher als die Seitenflächen. Ausgezeichnete Theilbarkeit parallel c; weniger ausgezeichnet, aber noch immer vollkommen parallel r.

Oft finden sich Plättchen, welche blos Combination von c und p sind; b herrscht so entschieden vor, dass p nur als sehr schmale Zuschärfung auftritt.

Durch das Ausbleiben von parallelen Flächen von q erhalten die Krystalle zuweilen ein triklinoëdrisches Aussehen.

Farblos. Zeigt in der dichroskopischen Loupe keine Helligkeitsunterschiede.

Fig. 39.



Auf der ausgezeichneten Theilungsfläche sind die optischen Axen sichtbar. Die Symmetrieaxe ist zweite Mittellinie, während die ersten Mittellinien in der Symmetrieebene dispergirt liegen. Es ist somit ein dem chlorsauren Kali und Feldspath analoges Verhältniss; das Farbenbild, das man auf der Spaltungsfläche sieht, entspricht dem Schema Fig. 40.

Es ist dabei freilich zu bemerken, dass sämmtliche Axenebenen schief stehen, gegen die Spaltungsfläche und dass daraus immerhin, bei



Fig. 40.

sehr verschiedenen Brechungsexponenten für Roth und Blau diese Verschiebung der Axenebenen eintreten kann, wie denn Prof. Nörrenberg die Axen des chlorsauren Kali durch einen Schliff, der auf die mittlere Axenebene senkrecht geführt worden, so sehr nahezu in eine Ebene gebracht, dass keine solche Verschiebung weiter wahrnehmbar ist. Immer aber kann ein solches Zusammenfallen bei schiefprismatischen Krystallen, deren Symmetrieaxe zweite Mittellinie ist, bedeuten, dass die Dispersion der Elasticitätsaxen in der Symmetrieebene sehr gering, nicht aber dass sie wirklich gleich Null ist. Denn wir haben allen Grund anzunehmen, dass die Dispersion dieser Axen in der Symmetrieebene nothwendig in der Unsymmetrie der Krystallstructur rings um die Symmetrieaxe ihre gesetzmässige Begründung hat, wenn wir auch vielleicht noch sehr weit von der Möglichkeit entfernt sind, diese Gesetzmässigkeit bestimmt zu formuliren.

Magniumchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.



$MgCl + 2\ CdCl + 12\ HO.$

Von Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt; beschrieben in den Sitzungsberichten der Wiener Akad. d. Wiss. 17.341.

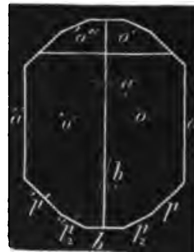


Fig. 41.

Rhombisch. a : b : c = 1·0952 : 1 : 0·3329.

Beobachtete Formen: o (111), p (110), a (100), b (010), $p/_2$ (120).

Langgestreckte Prismen p, mit der Abstumpfung durch das Brachypinakoid, so dass der Querschnitt in der Richtung der Brachydiagonale verlängert erscheint. b und $p/_2$ untergeordnet, letzteres häufiger als ersteres. Die rhombische Pyramide erscheint meist ungleich ausgebildet, so dass zwei an einer brachydiagonalen Kante auftretende Flächen vor dem andern Flächenpaar vorherrschen und einen

scheinbar schiefprismatischen Charakter der Combinationen erzeugen.

Fig. 42.

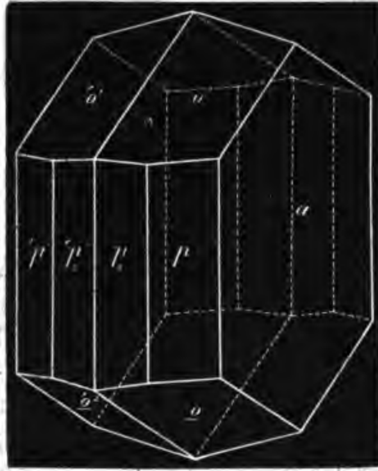


Fig. 43.



	Berechnet:	Beobachtet:
pb	42°24'	
pp'		84°48' *
p 'p	95°12'	95°19'
pa	47°36'	47°24'
po		65°44'
o'o	32°10'	33°
oa	73°55'	
oa'	106°5'	
oo'	35°20'	
ob	72°20'	
ob'	107°40'	107°40'
oo'	147°50'	
$\overline{oo}$	131°28'	
$o'\bar{o}$	144°40'	
$p\bar{p}/_2$	17°51'	18°
$p/_2b$	24°33'	
$p/_2p/_2'$	49°6'	50°
$p/_2o$	66°58'	
$p/_2'$ o	80°45'	
$'p/_2'$ o	113°2'	

Berechnet:		Beobachtet:
'p/₂o	99°15'	
p'o	87°53'	
'po	92°7'	
'po	114°16'	
p/₂'p'	112°3'	
p/₂p'	67°57'	67°30'
p/₂'p	162°9'	

Sehr zerfliesslich, besonders von der Seite der Pyramide her rasch zerstört; die Prismenflächen widerstehen etwas besser. Das verwitterte Salz zerfällt in Fasern, welche auf eine Theilbarkeit nach den Pinakoiden schliessen lassen.

Optisches Verhalten.

Es gelang, zwei ausgezeichnete Individuen dieser Verbindung zu erhalten, die es zuliessen zu Prismen geschliffen zu werden.

Das erste Prisma hatte die brechende Kante parallel der aufrechten Prismenaxe. Es zeigten sich die Strahlen, welche den Vibrationen parallel der Prismenaxe entsprechen, mehr abgelenkt als die senkrecht dagegen schwingenden.

(Min.) A = 39°9' D = 48°35

$\omega\varrho$	= 24°8'	hieraus Brechungsexponent für Roth	1·5728
$\omega\gamma\varepsilon$	= 23°47'	„ „ „ Gelb	1·5769
$\omega\gamma\varrho/\beta$	= 23°21'	„ „ „ Grünblau	1·5901
ωv	= 22°27'	„ „ „ Violett	1·6099

Das zweite Prisma hatte die brechende Kante parallel der Brachydiagonale; die Strahlen, deren Vibrationen parallel der Kante vor sich gehen, werden mehr abgelenkt als die senkrecht dagegen schwingenden.

(Min.) A = 48°56' D = 134°41'

$\omega\varrho$	= 105°10'	hieraus Brechungsexponent für Roth	1·5268
$\omega\gamma\varepsilon$	= 104°47'	„ „ „ Gelb	1·5331
$\omega\gamma\beta$	= 104°22'	„ „ „ Blaugrün	1·5400
ωv	= 113°40'	„ „ „ Violett	1·5485

Die optischen Axen liegen in dem makrodiagonalen Hauptschnitten.

Die Längenaxe des Prisma, also c, ist die Richtung der ersten Mittellinie, welche, da sich der Charakter der Doppelbrechung als positiv erweist, die kleinste Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ ist.

Der Axenwinkel sehr gross; leider waren die Platten durch mehrtägiges Liegen (um den Kitt fest werden zu lassen) selbst schon so verändert, dass eine genaue Messung nicht mehr anging.

Dispersion gering: Axenwinkel für Roth grösser als für Blau.

Cadmiumchlorid- zweifach Nickelchlorid.



2 NiCl + CdCl + 12 HO.

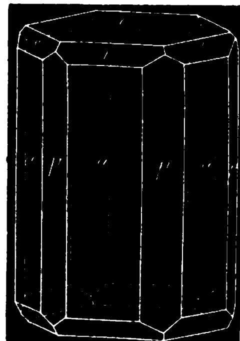
Dargestellt durch Herrn C. Ritter v. Hauer und beschrieben Sitzungsber. Wr. Akad.

Hexagonal. a : c = 1 : 1·3637.

Beobachtete Formen: a $(2\bar{1}\bar{1})$, p $(1\bar{1}0)$, c (111), r (100), ϱ $(\bar{1}22)$.

Zwölfseitige niedere Säulen; die Pyramidenflächen immer nur als schmale Abstumpfungen der horizontalen Kanten des ersten sechsseitigen Prisma.

Fig. 44.



	Berechnet:	Gemessen:
ra	=	36°25′ *
rc	= 53°35′	53°20′
aa′	= 60°0′	60°10′
pp′	= 60°0′	60°15′
ap	= 30°0′	29°40′
rp	= 45°50′	
ra′	= 66°17′	
rp′	= 113°43′	
rϱ′	= 44°59′	
$\varrho\varrho$′	= 88°21′	

Die Krystalle sind ausserordentlich zerfliesslich; die Prismenflächen widerstehen besser als die Endflächen der Einwirkung der atmosphärischen Feuchtigkeit.

Optischer Charakter: Negativ. Vor der dichroskopischen Loupe kein deutlicher Unterschied in der Absorption.

Nickelchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.



NiCl + 2 CdCl + 12 HO.

Von Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt und beschrieben. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 17,348.

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·9126 : 0·3431.

Beobachtete Formen: p (110), a (100), b 010), o (111), r (101).

Schöne dunkelgrüne Krystalle, welche an der Luft rasch Wasser anziehen und dadurch undeutlich und schwer messbar werden. Die Prismenflächen widerstehen der auflösenden Wirkung des atmosphärischen Wassers besser als die Pyramidenflächen.

Fig. 45.

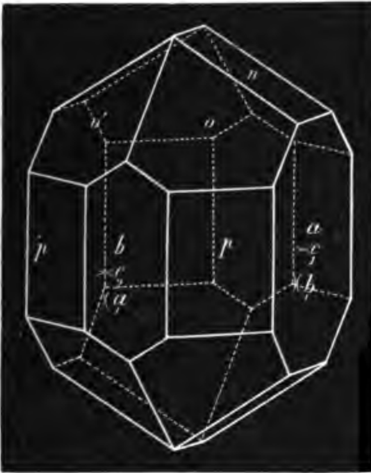
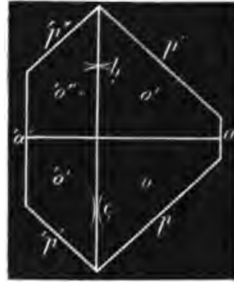


Fig. 46.



Rhombische Prismen vorherrschend; dazu kommen häufig die beiden verticalen Pinakoide. Auf die Säulenflächen aufgesetzt sind die Flächen einer rhombischen Pyramide, deren makrodiagonale Kanten zuweilen durch ein Brachydoma gerade abgestumpft sind.

	Berechnet:	Beobachtet:
ap	. . . . 47°37′ *	(ausgezeichnet)
'pp	84°46′	
'p'p	95°14′ . .	95°11′
pb	42°23′	
ab	90°0′	
po	. . . . 65°30′ *	
o 'o′	49°0′ . . .	49°10′
'oo	18°8′	
oo′	33°0′ . . .	34°30′ (schlecht spiegelnd)
oa	72°12′	
ob	70°25′	
rr	19°35′	

Schlecht theilbar nach a. Da die Pyramidenflächen immer zerfressen erscheinen, so sind die Messungen derselben minder sicher als die der Prismenflächen.

Optisches Verhalten.

Ebene der optischen Axen ist der makrodiagonale Hauptschnitt. Erste Mittellinie die Längenaxe des Prisma. Charakter positiv. Dispersion der Axen gering: $\rho > v$. Vergl. Sitzungsber. Wr. Akad. 1857 Nov.

Es wurden Platten parallel den 3 optischen Hauptschnitten geschliffen; die Untersuchung mit der dichroskopischen Loupe ergab:

Hauptschnitt	parallel	(100)	c gesättigt,	b hell	meergrün.
„	„	(010)	c „	a „	
„	„	(001)	a und b	„	

Die Vibrationen, welche parallel zur Längenaxe des Prisma p geschehen, werden mehr absorbirt, als die senkrecht dagegen gerichteten; also $c > {a \atop b}$

Prismen, welche zur Bestimmung der Brechungsverhältnisse geschliffen wurden, trübten sich durch den hygroskopischen Einfluss so rasch, dass die Messung nicht vorgenommen werden konnte.

Cobaltchlorid- zweifach Cadmiumchlorid.


CoCl + 2 CdBl + 12 HO.

Von Herrn C. Ritter v. Hauer dargestellt. Beschrieben in den Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. 17,346.

Fig. 47.



Fig. 48.



Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·9126 : 0·3431.

Beobachtete Formen: p (110), a (100), b (010), o (111).

Grosse 6seitige Prismen p, b. Die Enden theils gleichmässig zugespitzt durch die rhombische Pyramide o, theils scheinbar schiefprismatisch durch einseitige Ausbildung eines makrodiagonalen Paares: doch kommt dann das andere Paar wenigstens in Spuren mit vor. An einzelnen Krystallen fanden sich die Flächen der rhombischen Pyramiden selbst sphenoidisch ausgebildet; doch ist diess Verhältniss kein constantes und die verschiedensten Bildungen treten gleichzeitig neben einander in einer und derselben Lösung auf. Die Flächen des Brachydoma, die zuweilen an den Krystallen der analogen Nickelverbindung beobachtet werden, konnte ich hier nirgends deutlich antreffen; sonst aber herrscht vollkommene Isomorphie zwischen den beiden Krystallspecies.

	Berechnet:	Beobachtet:
ap	47°37′	47°32′5
′pp		84°46 *
pp′	95°14′	95°13
pb	42°23′	43°
ab	90°0′	
po	65°30′	
o′o′	40°0′	
o′o	18°8′	
oo′	33°0′	34°0′
oa	72°12′	72°2′
ob	70°25′	70°30′

Die Prismenflächen parallel der Zonenrichtung gestreift; die Pyramidenflächen rauh, undeutlich, zerfressen. Sehr zerfliesslich, die Enden mehr als die Seiten.

Schwach theilbar nach a.

Zwillinge häufig: Zwillingsfläche des Brachypinakoid.

Optisches Verhalten. Der makrodiagonale Hauptschnitt Axenebene; c erste Mittellinie: Character positiv, also c parallel c. Axenwinkel in der Luft 136° 20′. Dispersion der Axen gering: $\varrho > v$. Vergl. Sitzungsber. d. Wr. Akad.

Farbe: dunkelrosenroth bis nelkenbraun. Die Farben des Körpers sind mit der dichroskopischen Loupe untersucht, fast gleich:

(a) etwas gelber
(b) etwas blauer } bräunlich rosenroth;
(c) etwas gelber

Absorption für (b) $\gtrless$ (a)(c).

Lösung. Die Krystalle dieser Verbindung lösen sich leicht und in beträchtlichem Verhältnisse im Wasser; es wurde eine Reihe von Beobachtungen über die Löslichkeitsverhältnisse dieser und der vorhergehenden Verbindung angestellt, deren Ergebnisse in folgender Tabelle enthalten sind. Die Columne A enthält dies Verhältniss von Substanz zu Wasser bei Nickelchlorid - zweifach Cadmiumchlorid; die Columne B dasselbe Verhältniss bei Kobaltchlorid - zweifach Cadmiumchlorid; die Columne D die Dichte der ersten Lösung; die in Klammern beigesetzten Zahlen geben die Temperaturen zur Zeit der Beobachtung an.

A	D	B
2·9576 : 1	1·7038 (22°)	2·6581 : 1
2·9579 : 1	1·7030 (22°)	2·6590 : 1
2·9577 : 1	1·7040 (23°)	2·6577 : 1
2·9560 : 1	1·7021 (22°)	2·6549 : 1
2·9603 : 1	1·7044 (18°)	2·6597 : 1
2·9587 : 1	1·7030 (20°)	2·6580 : 1
2·9592 : 1	1·7045 (22°)	2·6566 : 1
2·9589 : 1	1·7026 (19°)	2·6577 : 1
2·9555 : 1	1·7020 (21°)	
2·9563 : 1	1·7020 (21°)	
2·9613 : 1	1·7060 (22°)	
2·9581 : 1	1·7034 (21°)	

Die Lösung ist dunkelrosenroth wie die Krystalle selbst; im Roth treten Absorptionslinien auf, bei D bricht das Spectrum ab und während alles Grün absorbirt wird, erscheint erst wieder jenseits F das Blau, um bald hinter G wieder abzubrechen.

A = 44° 45′. R = 114° 44′. D = 352° 22′.

ωA = 330° 14′	hieraus	μA = 1·4446
ωa = 330° 10′	„	μa = 1·4464
ωB = 330° 7′	„	μB = 1·4469
ωC = 330° 3′	„	μC = 1·4481
ωD = 329° 53′	„	μD = 1·4511

$\omega\varphi = 329^0\ 12'$ hieraus $\mu\varphi = 1{\cdot}4638$
(obere Grenze im Blau)
$\omega G = 328^0\ 52'$ „ $\mu G = 1{\cdot}4700$.

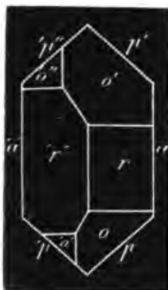
Kaliumplatincyanür.



$KPtCy_2 + HO + 2aq.$

Durch H. A. Schafařik dargestellt (Sitz. Ber. W. Akad. 17, 62) und mir durch H. Prof. Redtenbacher's Vermittelung zur Untersuchung überlassen.

Fig. 49.



Rhombisch: a : b : c = 1 : 0·8795 : 0·2736.
Beobachtete Formen: p (110), a (100), r (101), o (111).

Lange prismatische Krystalle, nach den Seiten durch p, nach den Enden durch r zugeschärft. Die rhombische Pyramide o tritt nur in seltenen Fällen auf und auch da jederzeit stark verzogen und nicht immer in voller Flächenzahl.

Fig. 50.

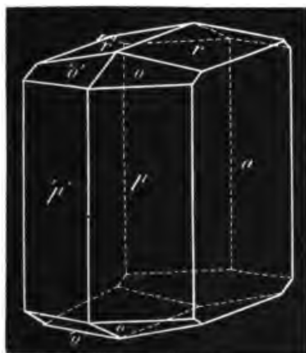
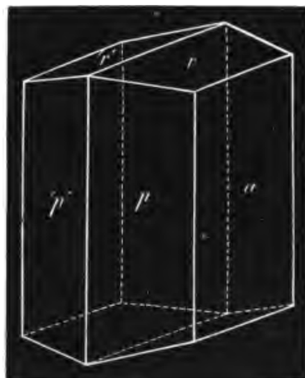


Fig. 51.



Gmelin's Messungen (Ramm. Kryst. Chemie 231) beziehen sich auf einen Krystall der letzteren Art:

	Berechnet:	Beobachtet:	Gmelin.
'p p		82° 39'*	83° 0'
p p' =	97° 21'	97° 22'	97° 0'
'r r	30° 36'	30° 40'	

	Berechnet:	Beobachtet:
o p	67° 29′	
o r	16° 42′	
o o		75° 21′*
o o′	33° 25′	
′o o	29° 18′	
o ′o′	45° 1′.	

Die Krystalle zeigen muscheligen Bruch, auf dem Bruche Glasglanz und verwittern an der Luft.

Optisches Verhalten. Ebene der optischen Axen der Makrodiagonalschnitt; erste Mittellinie die Axe des Prisma p. Charakter positiv, also c parallel c. Sehr starke Dispersion der optischen Axen; Axenwinkel für Roth grösser als für Blau. (Sitz. Ber. d. W. Ak.). Körper und Oberflächenfarben sind durch Haidinger (Sitz. Ber. 8, 97) beschrieben worden; den bläulichen Ton der Reflexfarbe hat Stokes (Pg. 96, 541) auf die Fluorescenz zurückgeführt, welche dieser Substanz in hohem Grade eigen ist; vergl. Böttger, Pg. 97, 334, Werther Erdm. Journ. 65, 349. Die Lösung fluorescirt nicht. Ich habe die Krystalle in verschiedener Stellung im Spectrum untersucht, vorzüglich in der Absicht, über die Doppelfluorescenz derselben Genaueres zu ermitteln.

Erste Aufstellung. Das Pinakoid dem einfallenden Lichte zugewandt, also Vibrationsrichtung der austretenden Strahlen einerseits parallel zur Brachydiagonale, andererseits in dem makrodiagonalen Hauptschnitte.

Stelle im Spectrum:

roth: blos homogenes Licht durch innere Reflexe;

gelb: ebenso;

grün: eine Spur von Fluorescenz, entsprechend den Vibrationen im makrodiagonalen Hauptschnitte;

blau: Fluorescenz, ohne merkbare einseitige Polarisation, mit dem Prisma analysirt vorherrschend blau, mit sehr schwachem Spectrum bis orange;

indigo: Fluorescenz, ohne merkbare einseitige Polarisation, mit dem Prisma analysirt vorherrschend hellblau, mit sehr schwachem Spectrum bis orange;

violett: ebenso; die Fluorescenzfarbe verliert beim Fortschreiten im Spectrum den lebhaften hellblauen Ton und wird lavendelblau;

ultraviolett: lavendelblau, ohne vorherrschende Polarisation nach einer Ebene.

Zweite Aufstellung. Die brachydiagonale Höhenkante dem einfallenden Lichte zugewandt, also Vibrationsrichtung der austretenden Strahlen einerseits parallel der Makrodiagonale, andererseits im brachydiagonalen Hauptschnitte.

Stelle im Spectrum:

roth: innere homogene Reflexe;

gelb und grün: ebenso;

grünblau: schwache Fluorescenz, das Spectrum zeigt ein etwas helleres Grün, neben Grün Blau;

blau: bläulich-grüne Fluorescenz, schwach, nicht dichromatisch;

indigo: blaue Fluorescenz, das Spectrum derselben enthält vorherrschend Blau, ungefähr dem Blau bei F im Sonnenspectrum entsprechend; dann alle Farben bis Roth hinab, aber sehr zart; Dichroismus nicht bemerkbar;

violett: blaugraue Fluorescenz, das Spectrum wie im Indigo; vorherrschende Polarisation nicht bemerkbar;

ultraviolett: lavendelgrau, kein Dichroismus.

Die vorwiegende Fluorescenzfarbe ist demnach ein helles Blau; man sieht dasselbe übrigens schon an den Krystallen bei gewöhnlichem Lichte: bricht man nämlich eine Säule quer durch, und sieht von oben durch die Bruchstelle in den Krystall hinab, so hat man die herrlichste, bald hellere bald dunklere Fluorescenz; dasselbe nimmt man auch wahr, wenn man den Krystall erst gegen das Licht und dann gegen einen dunklen Hintergrund hält, in welchem Falle die Erscheinung durch den Contrast noch augenfälliger wird.

Die Fluorescenz zeigt keinen Dichroismus; denn dass bei der zweiten Stellung die Farben etwas anders erscheinen als bei der ersten, hat seinen Grund in der verschiedenen Dicke der Substanz, welche in dem einen und andern Falle dem Auge zugewandt ist.

Widersprechend mit früheren Angaben scheint, dass ich die Fluorescenz blau gefunden, während sie sonst gelb, gold-

gelb etc. angegeben wird. Versuche, welche ich deshalb bei der Flamme des in Stickoxydulgas verbrennenden Schwefelkohlenstoffes anstellte, zeigten bald den Grund dieser Abweichung. Wird eine stark concentrirte Lösung von Kaliumplatincyanür auf Papier aufgetragen, so zeigt sie unmittelbar nach dem Eintrocknen das schöne Blau der Fluorescenz; es ist bei weitem das reichste Blau, das irgend eine fluorescirende Substanz bei dieser Beleuchtung zeigt, reicher selbst als das Blau einer schwefelsauren Chininlösung, oder starkfluorescirender Flussspäthe; am glänzendsten ist die Erscheinung, wenn man statt einer Auflösung feingeriebene Substanz mit Gummilösung oder ätherischer Canadabalsamlösung aufträgt. Der Glanz der Erscheinung ändert sich aber rasch; so wie die Verwitterung eintritt, sieht man auf dem blauen Grunde gelbliche und weisse Flecken entstehen, und nach einiger Zeit ist alles Blau bis auf einen schwachen, gleichsam durchschimmernden Ton verschwunden. Die verwitterte Substanz fluorescirt dann weisslich; ein lebhaftes Gelb habe ich nie bemerkt.

Ammoniumplatincyanür.

Wurde durch H. Schafařik (Sitz.-Ber. W. Akad. 17, 68.) erhalten durch Fällung einer Baryumplatincyanürlösung mit einem Gemische von kaustischem und kohlensaurem Ammoniak. Durch die Vermittlung des H. Prof. Redtenbacher erhielt ich es zur Untersuchung. Concentrirte Lösungen dieser Verbindung, welche tief citronengelb ist, mit Aetzammoniak versetzt und im Wasserbade abgedampft, gaben farblose, lasurblau schillernde Nadeln. Nach Schafařik ist

die citronengelbe Verbindung $NH_4\ PtCy_2 + 2aq.$
die farblose Verbindung $NH_4\ PtCy_2 + aq.$

Die citronengelbe Verbindung fluorescirt ausgezeichnet grün. Die Krystalle sind nicht messbar, da die Flächen der feinen Nadeln splitterig und die Enden nie vollkommen ausgebildet erscheinen.

Concentrirte Lösung. Wasserhell, fluorescirt nicht.

$A = 44^0\ 45'$. $R = 17^0\ 36'$. $D = 288^0\ 0'$.

$\omega B = 269^0\ 20'$ hieraus $\mu B = 1{\cdot}3597$
$\omega C = 269^0\ 18'$ „ $\mu C = 1{\cdot}3603$

$\omega D = 269^\circ 12'$ hieraus $\mu D = 1\cdot3623$
$\omega E = 269^\circ 3'$ „ $\mu E = 1\cdot3653$
$\omega b = 269^\circ 0'$ „ $\mu b = 1\cdot3664$
$\omega F = 268^\circ 54'$ „ $\mu F = 1\cdot3684$
$\omega G = 268^\circ 41'$ „ $\mu G = 1\cdot3727$
$\omega v = 268^\circ 27'$ „ $\mu v = 1\cdot3774$.

d. i. $\mu G - \mu F : \mu F - \mu E : \mu E - \mu D : \mu D - \mu C : \mu C - \mu B$
$= 86 : 62 : 60 : 40 : 12.$

Natriumplatincyanür.

NaPt Cy_2.

(Aus Herrn Prof. Schrötter's Laboratorium.)

Monoklinoëdrisch: a : b = 0·5634. AC = 95° 34′.

Beobachtete Formen: p (100), a (100), p^2 (210), $p^{1/2}$ (120), h (010), c (001). Ausserdem undeutliche Flächen mehrerer Hemipyramiden.

Fig. 52.

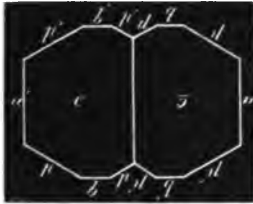
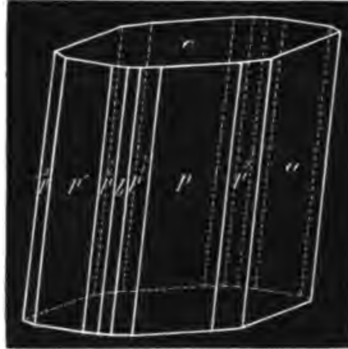


Fig. 53.



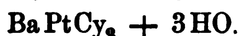
Vorherrschend ist das Prisma p und das Orthopinakoid a. Die Flächen des Prisma $p^{1/2}$ sind selten neben dem Klinopinakoid vorhanden; es ist als ob die eine Form die andere ausschliesse; übrigens sind die Flächen der Prismen p^2 und $p^{1/2}$ immer nur sehr schmal. Die vertikale Axe ist nicht zu bestimmen wegen der Undeutlichkeit der Pyramidenflächen.

	Berechnet:	Beobachtet:
'pp		58° 48′ *
ap	60° 36′	60° 36′
pp^2		19° 16′
$pp^{1/2}$		13° 43′
ac		95° 34′ *

Die Krystalle sind übrigens so undeutlich an den Enden, dass eine weitere Untersuchung an sorgfältig gezogenen Individuen noch folgen wird. Oberfläche von c gestreift, parallel b, weniger parallel p. Spuren von Theilbarkeit parallel 'p.

Zwillinge. Fast ausnahmslos: unter zahlreichen Krystallen nicht ein sicheres einzelnes Individuum. Zwillingsfläche a.

Baryumplatincyanür.



$BaPtCy_2 + 3HO$.

Durch **Schabus** krystallographisch (W. Ak. Ber. 1850, 569) bestimmt. Von H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Lösung. Farblos. Ohne Fluorescenz.

Concentrirt.

A = 44° 38′. R = 3° 35′. D = 278° 34′.

ωC	= 260° 47′	hieraus	1·3353
ωD	= 260° 40′	„	1·3376
ωb	= 260° 31′	„	1·3406
ωF	= 260° 24′	„	1·3426
ωG	= 260° 15′	„	1·3459
ωv	= 260° 8′	„	1·3483.

G unsicher; es ist

beobachtet	$\mu F - \mu D = 100$	$\mu D - \mu C = 46$
berechnet	„ $= 101$	„ $= 41$

Krystallisirt.

Körperfarbe: goldgelb; in allen Hauptschnitten nahezu mit gleicher Intensität, doch zeigten sich die Vibrationen parallel der Höhenlinie des Prisma etwas stärker absorbirt als die senkrecht gegen diese entfallenden, und unter diesen werden wieder die parallel zum Klinopinakoid gerichteten am wenigsten absorbirt.

Oberflächenfarben. Prismenflächen: Flächenschiller, gegeben durch Vibrationen in einer Ebene, die die aufrechte Prismenaxe in sich schliesst. Bei senkrechter Incidenz farblos, bei 10° bläulich, in der Farbenintensität fortschreitend bis zu einer Incidenz von etwa 45°; von da an mit schwächer werdender Intensität durch Stahlblau und Violett, bis endlich bei einer Incidenz von etwa 80° jede deutliche Farbenwahrnehmung aufhört. — Die Flächen der Hemipyramide zeigen keinen Schiller.

Fluorescenz. Hellsmaragdgrün, auffallend deutlich, besonders an den Endflächen merkbar. Mit der dichroskopischen Loupe nimmt man deutlich wahr, dass bei aufrechter Stellung des Prisma dasjenige Bild, welches durch horizontale Vibrationen gebildet wird, das farbigreichere, lebhafter fluorescirende ist. Bei der Untersuchung im Sonnenspectrum fand sich folgendes Verhalten:

Erste Stellung. Das Pinakoid dem einfallenden Lichte zugewandt.

Stelle im Spectrum:

roth, gelb und grün keine merkbare Aenderung;

blau: smaragdgrün; mit dem Prisma analysirt vorherrschend grün mit etwas Blau und Gelb; das ordinäre Bild viel intensiver als das extraordinäre;

indigo: smaragdgrün, wie im Blau, nur etwas reicher an Blau; vorwiegende Intensität des ordinären Bildes;

violett und ultraviolett: smaragdgrün, in Grau übergehend.

Zweite Stellung. Das Pinakoid in der Einfallsebene.

Stelle im Spectrum:

roth, gelb und grün: keine merkbare Aenderung;

blau: smaragdgrün, mit dem Prisma analysirt vorwaltend grün mit etwas Gelb; mit dem Nicol analysirt: ordinär vorherrschend;

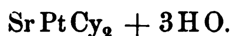
indigo: hellsmaragdgrün, mit dem Prisma analysirt grün vorherrschend, gelb etwas blau und orange; ordinär vorherrschend;

violett: smaragdgrün; ordinär etwas vorherrschend;

ultraviolett: grün, im Nicol kein deutlicher Unterschied in den Intensitäten.

Es ist zu bemerken, dass der Flächenschiller und die vorwiegende Fluorescenz entgegengesetzt polarisirt sind.

Strontiumplatincyanür.



$Sr\,Pt\,Cy_2 + 3\,H\,O.$

Von Herrn Ad. Schafařik dargestellt (Sitz. Ber. d. W. Ak., 17, 76) und mir durch Herrn Prof. Redtenbacher's Vermittlung zur Untersuchung überlassen. Später erhielt ich eine Anzahl gut ausgebildeter Krystalle von Herrn Phil. Weselsky aus

Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio, welche Herr A. Murmann auf meine Bitte zur Vergleichung noch einmal untersuchte.

Rhombisch; mit sphenoidischem Habitus. a : b : c = 1 : 0·7158 : 0·4447.

Fig. 54.

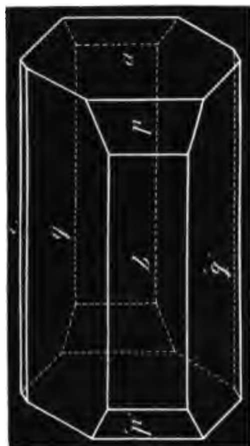


Fig. 55.



Fig. 56.

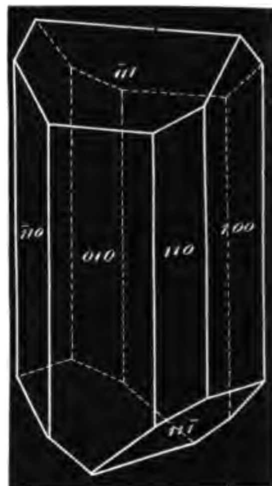
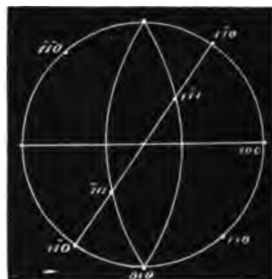


Fig. 57.



Fig. 58.



Beobachtete Formen: p (110), a (100), b (010), o (111).

Nadelförmige Säulen, mit den Abstumpfungen durch beide Pinakoide; die Enden durch die Flächen des Sphenoides k (111) gebildet.

Gerechnet:	Gemessen von mir:	Gemessen von Murmann:
op =	53° 3′	52° 52′
o′p = 77° 21′		
op′ = 102° 39′		
o′p′ = 126° 57′		
oa = 70° 11′	69° 59′	
o′a = 109° 49′	110°	
ob = 60° 14′		
ob′ = 119° 46′		
o′o′ = 73° 54′		
pp′ = 111° 22′	111° 23′	
p′p =	68° 38′	68° 36′
pa = 55° 41′	55° 42′	55° 40′
p′a = 124° 19′	124° 16′	
pb = 34° 19′	34° 21′	34° 20′
p′b = 145° 41′		

Die Figuren 54 — 56 zeigen die scheinbare Entwicklung der Formen; die Fig. 58 die sphärische Projection und 57 die wahre Aufstellung.

Optisches Verhalten.

Concentrirte Lösung. Wasserhell, keine Spur von Fluorescenz.

A = 44° 45′. R = 11° 24′. D = 302° 12′.

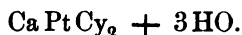
ωB = 282° 11′	hieraus	μB = 1·3433
ωC = 282° 8′	„	μC = 1·3442
ωD = 282° 2′	„	μD = 1·3462
ωE = 281° 53′	„	μE = 1·3491
ωb = 281° 51′	„	μb = 1·3498
ωF = 281° 47′	„	μF = 1·3513
ωG = 281° 35′	„	μG = 1·3558
ωv = 281° 22′	„	μv = 1·3588.

d. i. $\mu G - \mu F : \mu F - \mu E : \mu E - \mu D : \mu D - \mu C : \mu C - \mu B$ = 80 : 44 : 58 : 40 : 18.

Die krystallisirte Substanz fluorescirt deutlich mit zartem Violett. Trägt man sie in concentrirter Lösung oder fein gepulvert mit Gummiwasser oder ätherischer Canadabalsamlösung auf Papier auf, so erscheint dieses im Violett und Ultraviolett sehr reich gefärbt; viel deutlicher noch sieht man die Erscheinung

bei der Beleuchtung durch die Flamme, welche verbrennender Schwefel, oder in Stickoxydulgas verbrennender Schwefelkohlenstoff gibt. Uebrigens reicht es hin, den Krystall bei gewöhnlichem Tageslichte seitwärts vor sich zu halten: die dem Lichte zugewandte Seite ist wie in Tinte getaucht. Doppelfluorescenz war nicht deutlich wahrnehmbar. Flächenschiller nicht bemerkbar; die reichen prachtvollen Farben, welche man sieht, wenn man einen Krystall vor dem Auge dreht, rühren von den durch die Zwillingsfläche veranlassten inneren Reflexen her: die Strahlen werden vielfach regelmässig zerstreut und es erscheint daher der Krystall wie in einen Regenbogen getaucht.

Calciumplatincyanür.



$CaPtCy_2 + 3HO.$

Von Herrn A. Schafařik dargestellt und mir durch Herrn Prof. Redtenbacher's Vermittlung zur Untersuchung überlassen. In Prof. Schrötter's Laboratorium wurden für die optische Bestimmung ausgezeichnete Krystalle durch H. Ph. Weselsky gezogen, deren vollständige Untersuchung übrigens beim Drucke dieser Schrift noch nicht abgeschlossen werden konnte. Herr v. Lang war so freundlich, auf meine Bitte dieselben noch einmal nachzumessen, und ich stelle hier die Resultate beider Messungen nebeneinander.

Fig. 59.

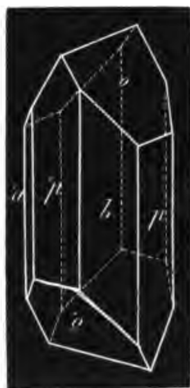


Fig. 60.

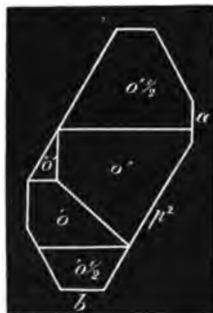


Fig. 61.



Rhombisch. a : b : c = 1·1117 : 1 : 0·3742.

Beobachtete Formen: 0 (111), $0^{1/2}$ (121), p^2 (210), a (100), 6 (010).

Rhombische Prismen, gewöhnlich durch die beiden Pinakoide abgestumpft. Die Enden durch die tetraëdrisch entwickelten rhombischen Pyramiden o und $o^{1/2}$ gebildet und zwar herrscht bald die eine, bald die andere Form vor, bald sind sie beide im Gleichgewichte, wie dies aus den beistehenden Figuren (Fig. 59. bis 63.) ersichtlich ist.

Fig. 62.

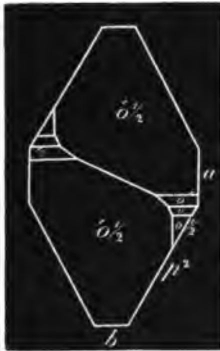


Fig. 63.



	Berechnet:	Beobachtet von mir:	Beobachtet von Lang:
$p^2 a$ =			29° 4′
$p^2 b$ =	60° 56′	61° 2′	61° 0′
o a =	72° 30′		
o b =	70° 28′	69° 57′	
o′o′ =		55° 13′	55° 22′
o p^2 =	64° 50′		
o′p^2 =	84° 14′		
$o^{1/2}$ a =	74° 55′		
$o^{1/2}$ b =	54° 39′		54° 31′
$o^{1/2}$′$o'^{1/2}$ =	78° 45′		
$o^{1/2}$ o =	15° 49′	16° 3′	15° 58′
$o^{1/2}$′o =	36° 20′		
$o^{1/2} p^2$ =	59° 26′		58° 39′
$o^{1/2}$′p^2 =	86° 56′		87° 7′

Gut theilbar nach b. Streifung parallel der Combinationskante o $o^{1/2}$, $o^{1/2}$ mehr gestreift als o.

Optisches Verhalten. Wenige Substanzen besitzen einen solchen Reichthum und Glanz der Farben, wie das Calcium-

platincyanür. Die Körperfarbe ist gleichförmig gelblichzeisig-grün, die dichroskopische Loupe lässt durchaus keine Verschiedenheit in der Absorption des durchgehenden Lichtes wahrnehmen. Die Säulenflächen besitzen ausgezeichneten Schiller, und es ist kein Unterschied zwischen dem Verhalten der Prismen- und Pinakoidflächen. Schaut man durch die dichroskopische Loupe so auf die Krystallflächen, dass die Einfalls-Ebene parallel der Kantenrichtung steht, so zeigt sich das ordinäre Bild farblos unter allen Incidenzen, das extraordinäre

bei 10° Incidenz: lavendelblau,
„ 30° „ himmelblau,
„ 50° „ indigo,
„ 60° „ und darüber: violett;

bei sehr schiefer Incidenz schwindet dann wieder jede Farbenwahrnehmung. Ist aber die Einfallsebene senkrecht gegen die Prismenkanten gerichtet, so erscheint das ordinäre Bild unter allen Incidenzen undeutlich violett, das extraordinäre farblos. Der farbige Reflex rührt daher immer von Strahlen her, deren Vibrationen in einer Ebene geschehen, die die Prismenaxe in sich schliesst. Die Flächen, welche die Prismenenden bilden, zeigen dieselbe Erscheinung, nur in geringerer Intensität.

Unter den grünfluorescirenden Substanzen steht das Calciumplatincyanür oben an. Die Durchsichtigkeit und Klarheit der Krystalle, verbunden mit der kräftigen Fluorescenz bewirken, dass man letztere schon bei gewöhnlichem Tageslichte überreich beobachten kann. Alle dem einfallenden Lichte zugewendeten Stellen schwimmen in hellem Smaragdgrün und es verschwindet vor diesem die eigene Farbe der Substanz; die oberen Zuschärfungen der Krystalle erscheinen sammtartig, durchscheinend bis undurchsichtig, wie chlorophanartig phosphorescirend. Pulvert man die Verbindung und trägt sie mit ätherischer Canadabalsamlösung auf Papier auf, so hat man schon bei Tageslicht, und noch viel herrlicher bei der Beleuchtung durch blaue und violette Flammen ein so lebendiges Aufglimmen und Selbstleuchten mit smaragdgrünem Scheine, wie dies keine andere mir bekannte Substanz zeigt. Noch viel auffallender sind die Phänomene, welche man in der Kapsel

beobachtet; folgendes ist die Reihe der Wahrnehmungen, welche sich beim Durchschreiten des Spectrums darbieten:

Erste Aufstellung. Der brachydiagonale Hauptschnitt senkrecht zur Einfallsebene des Lichtes.

Stelle im Spectrum:

roth und gelb: keine merkliche Aenderung;

grün: auffallend lebhafte Färbung, zumal wo wirkliche Reflexe an's Auge gelangen; in der Farbe aber keine Aenderung;

blau: lebhaftes Smaragdgrün, durch das Prisma analysirt aus Grün und etwas Gelb bestehend; mit dem Nikol analysirt das ordinäre (horizontalschwingende) Bild viel lebhafter und intensiver als das extraordinäre;

indigo: smaragdgrün, durch das Prisma analysirt aus geringem Blau, reichlichem Grün und etwas Gelb bestehend; durch das Nikol analysirt, das ordinäre Bild entschieden überwiegend, ja wie es scheint das extraordinäre überhaupt nur durch unregelmässige innere Reflexe bedingt;

violett: smaragdgrün, durch vorherrschende ordinäre Vibrationen;

ultraviolett: smaragdgrün.

Zweite Aufstellung. Der brachydiagonale Hauptschnitt in der Einfallsebene.

Stelle im Spectrum:

roth, gelb, grün ohne merklichen Einfluss;

blau: smaragdgrün, bestehend aus vielem Blau, vorwiegend Grün und etwas Gelb; Vibrationen senkrecht zur Einfallsebene vorherrschend;

indigo: Maximum der Fluorescenz, das Grün etwas homogener;

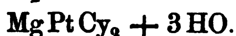
violett: das Grün noch homogener, der ganze Krystall schön leuchtend; Vibrationen vorwiegend senkrecht zur Einfallsebene;

ultraviolett: schwachgrünlich.

Das Calciumplatincyanür bietet somit einen Beleg für das einseitige Auftreten der Fluorescenz, indem die Vibrationen, welche in die Ebene entfallen, welche die Prismenaxe in sich schliesst, mit weit geringerer Intensität in die Erscheinung

treten. Das ist aber eben die Ebene, in welcher die Vibrationen geschehen, welche den farbigen Reflex bedingen. Man kann die Folge beider Phänomene sehr gut übersehen, wenn man einen Krystall durch die dichroskopische Loupe betrachtet: die beiden Bilder derselben färben sich mit dem Grün der Fluorescenz und dem Blau des Schillers, sobald man den Krystall vor der Loupe um eine Verticalaxe dreht.

Magniumplatincyanür.



$MgPtCy_2 + 3HO.$

Von Herrn A. Schafařik durch Vermittlung Hrn. Prof. Redtenbacher's und von H. Adj. Philipp Weselsky aus Prof. Schrötter's Laboratorio zur Untersuchung erhalten.

Krystallysirt bekanntlich in vierseitigen quadratischen Säulen, mit der Endfläche und einer quadratischen Pyramide als Abstumpfung der Ecken. Ueber die Oberflächenfarben s. Haidinger Sitz.-Ber. 2, 20; durch v. Nörrenberg (Sitz.-Ber. 15, 84) wird der Charakter der Doppelbrechung positiv angegeben. Die Fluorescenz mit rothem Lichte, welche Stokes (Pg. 96, 541) als sehr merklich angibt, konnte ich immer nur in geringen Spuren wahrnehmen.

Es wurde ein Prisma geschliffen, um die Brechungsexponenten zu erhalten und über die Absorption nähere Kenntniss zu gewinnen. Die brechende Kante ist $A = 53^0\ 36'$; in dem Spectrum war aber das ordinäre Bild nicht deutlich vom extraordinären zu trennen. Es ergab sich (die Linien schätzungsweise):

$R = 331^0\ 34'$.		$D = 278^0\ 4'$.
$\omega B = 239^0\ 16'$	hieraus	$\mu B = 1{\cdot}5472$
$\omega C = 239^0\ 11'$	„	$\mu C = 1{\cdot}5485$
$\omega D = 238^0\ 50'$	„	$\mu D = 1{\cdot}5532$.

Nimmt man als Lichtquelle die Spiritusflamme mit salzgetränktem Dochte, so zeigt es sich, dass der Krystall für das Gelb der Linie D nur mehr schwach durchsichtig ist.

Die Ringe, welche eine senkrecht zur Axe geschliffene Platte zeigt, erweitern sich durch das Dazwischenschieben einer Kalkspathplatte, wodurch v. Nörrenberg's Befund bestätigt wird;

viel deutlicher freilich tritt der positive Karakter hervor, wenn man die Probe mit einem Viertelundulationsglimmerblatt anstellt.

Bleibt Magniumplatincyanür an trockner Luft liegen, so verwittert es und erst die Prismenflächen, dann die Endflächen überziehen sich mit dem schwefelgelben Verwitterungsproducte. Dieses gelbe Magniumplatincyanür ist weit empfindlicher gegen das auffallende Licht, als das rothe; es fluorescirt mit intensivem grünen Scheine, ähnlich dem Verhalten des Baryum- und Calciumplatincyanüres.

Kaliumnatriumplatincyanür.



$KNaPt_2Cy_4 + xHO$.

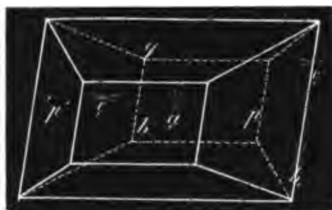
Erhalten durch Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Mengen von $KPtCy_2$ und $NaPtCy_2$. Aus Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 0·8516 : 1 : 0·4713. AC = 95° 8′.

Beobachtete Formen: b (010), p (110), q (011).

Gewöhnlich herrscht ein paralleles Flächenpaar des verticalen Prisma vor, so dass durch die Verbindung dieses mit den Flächen des Klinopinakoides ein scheinbar rhombisches Prisma entsteht, dessen Ende durch die Flächen des Klinodoma q zugeschärft werden. Doch fanden sich auch Krystalle mit fast vollkommen gleich entwickelten Flächen des Prisma p. Fig. 64.

Fig. 64.



	Beobachtet:	Berechnet:
'pp		99° 10′
pb	49° 35′ *	
pb′	130° 23′	130° 25′
pq	77° 36 * 5	
pq′	109° 44′	109° 45′
pp′		80° 50′

	Beobachtet:	Berechnet:
q q'	25° 14*	
q q'	154° 46'	154° 46'
q $\bar{b}$	64° 46'	

Die Flächen sind gut ausgebildet, und nur bei grösserer Ausdehnung werden sie treppenförmig hohl, was besonders deutlich an dem vorherrschenden Flächenpaar des verticalen Prisma wahrzunehmen ist.

Optisches Verhalten.

Körperfarbe: nach allen Richtungen hin merklich dieselbe, lebhaft orange.

Axenfarben: orange, doch (c) mehr absorbirt als (b) und (a).

Oberflächenfarben. Lebhafter Flächenschiller. Es wurden die Oberflächen untersucht wie sie die Krystallisation darbietet, da zu wenig Substanz vorlag, um einen Schnitt versuchen zu können.

a. Klinopinakoid. Bei 30° Incidenz beginnt der festpolarisirte Schiller deutlich zu werden: Vibrationen parallel der Klinodiagonale grünlich, Vibrationen in der Ebene der Axe c purpurn; die letzteren sind vorherrschend und gehen bei zunehmender Incidenz durch Stahlblau in Weiss über. Beide Töne sind jedoch schwach und gegenüber den Körperfarben nie vorwiegend.

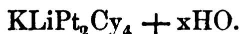
b. Prisma p. Wie das Klinopinakoid, nur sind hier die Vibrationen, welche in die Horizontalebene entfallen, von noch geringerer Intensität (schwach grünlich) als dort.

c. Klinodoma. Ohne merklichen Schiller.

Fluorescenz. Schön zeisiggrün; schwach polarisirt senkrecht gegen die Polarisationsrichtung des Schillers.

Nahezu einaxig; die Axe des herrschenden Prisma erste Mittellinie, Ebene der Axen rechtwinklig auf der Domenkante. Mit dem Viertelundulationsglimmer untersucht negativ, $\rho < \varrho$.

Lithiumkaliumplatincyanür.



$KLiPt_2Cy_4 + xHO$.

Aus H. Prof. Schrötter's Laboratorio.

Haidinger in den Sitz-Ber. der W. Ak. hat die optischen Eigenschaften dieser Verbindung — Körper- und Oberflächenfarben — beschrieben; ebenda findet sich auch die Angabe der

Messungen, welche Foetterle an dieser Substanz ausgeführt. (An der angegeb. Stelle als Lithiumplatincyanür beschrieben.)

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·7173 : 0·3186.

Beobachtete Formen: p (110), q (011), b (010), a (100), c (001).

Gerade rhombische Prismen mit einer Zuschärfung durch das Makrodoma; die Prismenkanten gerade abgestumpft durch die beiden Pinakoide. Zuweilen spiegelt auch eine schmale Endfläche in den Kanten des Makrodoma.

	Berechnet:	Beobachtet:
qq	132° 6′	132° 5·2
qq′		47° 54′ *
qb	66° 3′	66° 3′
pb		35° 39′ *
pa	54° 21′	54° 12′
pp′	108° 42′	108° 44′
′pp	71° 18	
pq	70° 45	
qc	23° 59′	

Theilbarkeit nicht deutlich. Die Domenflächen zuweilen horizontal gestreift; die Prismenflächen der grössern Krystalle mit Unebenheiten besäet.

Ebene der optischen Axen im makrodiagonalen Hauptschnitte des herrschenden Prisma. Prismenhauptaxe erste Mittellinie. Charakter positiv. Scheinbarer Axenwinkel ungefähr wie beim Schwerspath. Dispersion deutlich: Axenwinkel für Roth grösser als für Grün.

Kaliumstrontiumplatincyanür.



$KSrPt_2Cy_4 + xHO$.

Erhalten durch Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Mengen von $KPtCy_2$ und $SrPtCy_2$. Aus Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1 : 0·5217 : 0·3484. AC = 79° 39′.

Beobachtete Formen: a (100), b (010), p (110), o (111), r (101), ′r ($\bar{1}$01).

Prismen vorherrschend durch die Flächen der Pinakoide gebildet. Das verticale Prisma erscheint nicht immer gleichförmig entwickelt; das eine an die Klinodiagonale stossende Flächenpaar herrscht nämlich manchmal bis zum Verschwinden des anderen Paares vor: dann tritt auch an derselben Seite das Orthopinakoid zurück und erscheint höchstens als schmale Abstumpfung der spitzen Prismenkanten. Auch in der Ausbildung der Flächen der Hemipyramide werden häufige Ver-

Fig. 65.

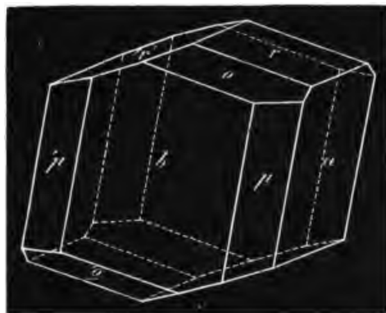
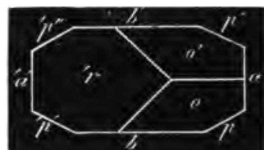


Fig. 66.



Fig. 67.



ziehungen beobachtet; Fig. 65, 66, 67 stellt die gewöhnlichsten und ausgezeichnetsten Formen der Combinationen dar. Das positive Flächenpaar des Orthodoma, r, erscheint nicht immer, und nie mehr ausgebildet als in Form einer schmalen Abstumpfung der Kanten o o'.

	Berechnet:	Beobachtet:
'p p	55° 6'	
p b		27° 33'*
p p' =	124° 54'	
p a =	62° 27'	62° 30'
a b =	90° 0'	90° 1'
'r 'a =	72° 7'	71° 35'
'r r =	37° 58'	
r a =	69° 55'	
r b =	90° 0'	
'r b =	90° 0'	90° 0'
r p =	80° 52'	
r 'p =	99° 8'	

	Berechnet:	Beobachtet:
'rp =	98° 40'	
'r'p =	81° 50'	
oo' =		36 45 *
o$\underline{o}$' =	143° 15'	
o$\bar{a}$ =	70° 59'	71° 10'
oa' =	109° 1'	109° 20'
ob =	71° 37·5	71° 30'
ob' =	108° 22·5	108° 30'
op =		64° 30'*
o'p =	82° 35'	
o'p' =	115° 30'	
op' =	97° 25'	
or =	18° 22·5	
o'r =	85° 14'	

Die Flächen spiegeln zwar sämmtlich, doch sind ausser den Formen der aufrechten Zone bpa, alle übrigen zerbröckelt und bei verschiedenen Krystallen oft sehr abweichend. So wurde z. B. die Kante 'a'r an 13 Krystallen messbar gefunden und obschon die Flächen gut genug waren, um etwa 5 Minuten Sicherheit in der Messung zuzulassen, so wurden doch Werthe von 69° bis 73° gefunden. Es waren dabei sämmtliche Krystalle derselben Lösung, demselben Gefässe entnommen; doch liess das zerbröckelte Ansehen den Grund dieser Abweichungen in gestörter Ausbildung der Individuen wohl erkennen.

Auffallend sind die vielen Winkelwerthe, welche denen tesseraler Krystalle nahe kommen. Die Zonenverhältnisse widersprechen aber einer solchen Ausdeutung ganz entschieden. Denn wollte man auch die Zonen aoa', bob' als oktaëdrische Zonen annehmen, wozu die Winkel von nahe 70° 30' und 109° 30' berechtigen könnten, so zeigt doch der Abstand ab = 90° deutlich, dass a und b keine Oktaëderflächen sein können. Dieselbe Betrachtungsweise lässt sich dann auch auf die übrigen dem Tesseralsystem scheinbar einfach oder im Vielfachen entsprechenden Kantenwinkel ausdehnen.

Optisches Verhalten. Körperfarbe. Goldgelb, klar. Die Vibrationen, welche senkrecht zur Längenaxe des Prisma geschehen, werden etwas mehr absorbirt.

Flächenfarbe. Die Prismenflächen besitzen polarisirten Schiller, den Prismenenden scheint derselbe abzugehen, oder doch nur in sehr geringem Grade eigen zu sein. Die Schillerfarbe ist bei streifender Incidenz blass violett, nimmt bei abnehmender Incidenz an Lebendigkeit rasch zu, geht bei circa 80° in Stahlblau, bei 70 in Lasur über und verschwindet bei 60° bis 50°. Die Vibrationen geschehen in der Ebene, welche die Längenaxe des Prisma in sich enthält.

Fluorescenz. Smaragdgrün, schon bei gewöhnlichem Tageslichte auffallend bemerkbar. In der Kapsel dem Sonnenspectrum ausgesetzt, ergaben sich folgende Wahrnehmungen:

Erste Lage. Das Klinopinakoid dem einfallenden Lichte opponirt. Die Fluorescenz verhält sich ähnlich wie am Baryum- und Calciumplatincyanür, nur mit etwas geringerer Farbenintensität. Vibrationen vorherrschend rechtwinklig zur Einfallsebene. Wenn der Krystallkörper jenseits violett längst erloschen ist, glimmen die Endflächen noch in grünlichem Scheine.

Zweite Lage. Das Orthopinakoid dem einfallenden Lichte opponirt. Wie in der ersten Lage: die zur Einfallsebene rechtwinkligen Vibrationen vorherrschend und bei der Analyse durch ein Glasprisma reich an Blau, die extraordinären fast nur grün. Also wirklicher Dichroismus.

Dritte Lage. Die Endflächen dem einfallenden Lichte zugewandt. Fluorescenz grün, aber bei weitem weniger merklich, hauptsächlich wohl um der grossen Dicke willen, welche der Krystallkörper in dieser Stellung dem Auge zukehrt.

Kaliumbaryumplatincyanür.



$KBaPt_2Cy_4 + xHO$.

Erhalten durch Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Mengen von $KPtCy_2$ und $BaPtCy_2$. Aus Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1 : 0·9212 : 0·4432. AC = 129° 42·'5.

Beobachtete Formen: 0 $(\bar{1}11)$, o^2 $(\bar{2}21)$, p (110), b (010).

Die Prismen p und Hemiprismen o herrschen vor, so häufig Formen wie Fig. 70 vorkommen, in denen zwei Prismenflächen die beiden andern an Dimensionen übertreffen, wie

es die beigefügte Verticalprojection zeigt. An flächenreicheren Krystallen treten dann noch die Flächen der zweifach steileren Hemipyramide o^2 als gerade Abstumpfungen der Kanten o p auf und es werden die stumpferen Kanten von p durch das Klinopinakoid gerade abgestumpft. Dabei entwickelt sich aber hier meist ein Flächenpaar des verticalen Prisma vor dem andern und da sich hierzu fast immer ungleiche Dimensionen der Hemipyramidenflächen gesellen, so stellt sich oft ein scheinbar triklinoëdrischer Charakter der Combinationen heraus und es ist nur mit Hilfe der symmetrischen Zonen möglich, das einfachere System zu erkennen. Fig. 68, 69, 70, 71.

Fig. 68.

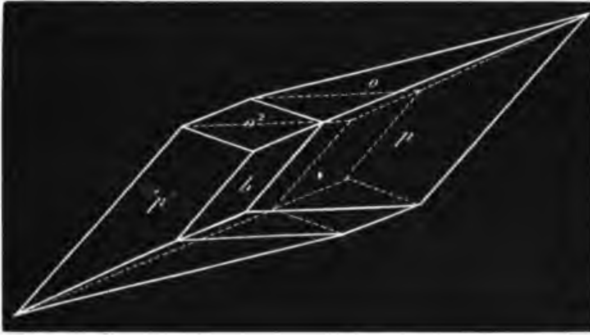


Fig. 69.

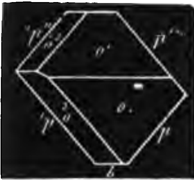


Fig. 70.

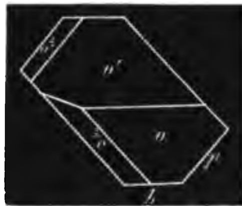


Fig. 71.



	Berechnet:	Beobachtet:
o b		64° 57′ *
o o′	50° 6′	50° 8′
$o\ o_1$	129° 54′	
o p	63° 53′	
′p o		84° 12′ *
$o\ o^2$		31° 18′
$o^2 b$	47° 41′	47° 40′

	Berechnet:	Beobachtet:
$o^2\,'p$	52° 54′	
$o^2 p$	75° 6′	
$o^2 o^{2\prime}$	84° 38′	
$o^2 o_1{}^2$	95° 22	
$o^2 o_1$	110° 40′	
p b		50° 16′ *
′p p	100° 32′	
p p′	79° 28′	

Für die Berechnung bemerkenswerth sind noch folgende Winkel:

o Z = 28° 31′	o^2Y = 47° 41	oYo^2 = 31° 48′
o X = 66° 56′	o^2Z = 45° 13′′5	o p Y = 62° 2′
o YA = 104° 5′		
oYC = 25° 37′′5	o^2YA = 72° 17	poY = 48° 33′
C o Y = 131° 27′	o^2Y C = 57° 25′′5.	

Die Flächen des Prisma p sind gestreift, parallel der Kante ′p p; ebenso das Flächenpaar des Klinopinakoides. Sehr deutlich spiegelnd sind die Flächen der beiden Hemiprismen: die Zonen o o^2 ′p o_1′ und o′ $o^{2\prime}$ ′p′ o_1 gaben jederzeit 180°, mit einer Abweichung von höchstens ± 2′.

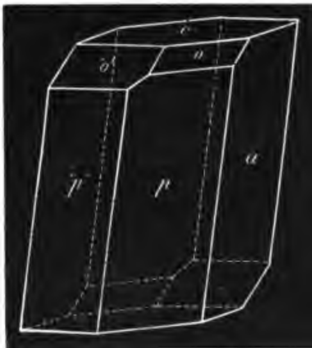


Kaliummagniumplatincyanür.

$KPtCy_2 + MgPtCy_2 + xHO$.

Durch Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Mengen von $KPtCy_2$ und $MgPtCy_2$ erhalten. Aus H. Pr. Schrötter's Laboratorio.

Fig. 72.



Triklinoëdrisch.

Beobachtete Formen: p (110), ′p ($\bar{1}$10), a (100), c (001), o (111), ′o ($\bar{1}$11).

Die Flächen des aufrechten rhombischen Prisma vorherrschend, a fehlt zuweilen. Die Schiefendfläche herrscht meist bis zum Verschwinden der zwei Tetartopyramidenflächen vor. Fig. 72.

		Gemessen:
p a	=	64° 24′
'p 'a	=	63° 37′
'p p	=	51° 58′
'p c	=	79° 36′
'o c	=	40° 53′
'o 'p	=	59° 30′
a c	=	75° 46′
p c	=	87° 10′
'o o	=	37° 53′
'a 'o	=	75° 43′

Die aufrechte Prismenfläche gut spiegelnd aber oft zerbröckelt; die Schiefendfläche gewöhnlich mit metallisch grünschillernden Magniumplatincyanürefflorescenzen bedeckt.

Optisches Verhalten.

Körperfarben. Die Krystalle zeigen bei erster Betrachtung ohne Zuhilfenahme der dichroskopischen Loupe ein klares, leuchtendes Kirschroth. Vor der dichroskopischen Loupe im durchfallenden Lichte besehen, erscheint die Körperfarbe orangebraun; am gesättigsten sind die Töne, hervorgebracht durch Vibrationen parallel der Höhenlinie des Prisma, heller die dagegen senkrecht gerichteten.

Oberflächenfarben. 1. Flächen der aufrechten Zone. a) die Einfallsebene des Lichtes parallel zur Prismenkante: ordinäres Bild farblos, extraordinäres bei streifender Incidenz schwach violett, bei abnehmendem Einfallswinkel durch klares Stahlblau in dunkles Lazur übergehend; bei einer Incidenz von c. 10° immer noch deutlich wahrnehmbar. b) die Einfallsebene des Lichtes rechtwinklig zur Prismenkante: ordinäres Bild blass stahlblau, bei zunehmender Incidenz immer reichlicher gefärbt, bei streifender Incidenz endlich wieder farblos; extraordinäres Bild farblos bis zur Incidenz von c. 60°, dann schwach violett, bei c. 70° wieder farblos.

2. Endfläche. Das extraordinäre Bild jederzeit zart rosenroth, das ordinäre farblos.

Fluorescenz. Nicht merkbar im untern Theile des Spectrums; im Grün und Blau röthlich schimmernd.

Kaliumcalciumplatincyanür.



$KCaPt_2Cy_4 + xHO$.

Erhalten durch Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Gewichtsmengen der einfachen Verbindungen. Aus Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1 : 0·5217 : 0.3484. AC = 79° 39'.

Beobachtete Formen: a (100), b (010), p (110), o (111), 'r($\bar{1}$01).

Isomorph dem Kaliumstrontiumplatincyanür. In allen Formen übereinstimmend; doch konnte ich an keinem Krystalle eine Abstumpfung der Polkanten der Hemipyramide auffinden. Fig. 73, 74, 75.

Fig. 73.

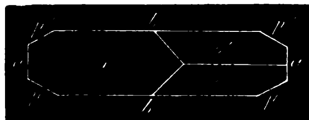
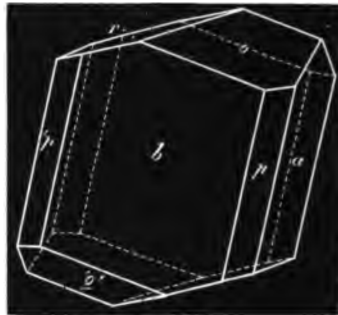


Fig. 74.



Fig. 75.



	Berechnet:	Beobachtet:
'pp	55° 6'	55° 10'
pb	27° 33'	27° 31'
pp'	124° 54'	
pa	62° 27'	
ab	90° 0'	90° 15'
'r'a	69° 55'	69° 45'
oo'	36° 45'	36° 40'
oo'	143° 15'	
o$\bar{a}$	70° 59'	
o'r	85° 14'	86° 10'
op	64° 30'	
o'p	82° 35'	
o'p'	115° 30'	
'op'	97° 25'	

Streifung auf a und b parallel **ab**; a reflectirt schlecht, b schillert zu unbestimmt und ist stark gestreift. Die Prismenflächen p sind meist zerbröckelt. Die Messungen wurden an drei kleinen gut spiegelnden Krystallen ausgeführt; die mittlere Abweichung betrug nicht über 8 Minuten.

Optisches Verhalten. Körperfarbe: Lebhaft honiggelb in goldgelb. In den Intensitäten der Axenfarben kein Unterschied wahrnehmbar.

Oberflächenfarben. Die aufrechten Säulenflächen besitzen festpolarisirten Schiller, die Endflächen nicht. Der Schiller rührt von Strahlen her, deren Vibrationen in einer Ebene geschehen, welche die Prismenlängenaxen in sich fasst. Die Farbe des Schillers ist bei streifender Incidenz licht violett, wird bei 80° intensiv violett, bei 70° blau und hört zwischen den Incidenzen 60° und 50° völlig auf.

Fluorescenz. Ausgezeichnet grün, bis weit über Violett hinaus; noch merklich an einer Stelle, die von H so entlegen ist, wie dies von E. Bei verschiedener aufrechter Aufstellung der Krystalle ist in der Erscheinung kein wesentlicher Unterschied bemerkbar; nur so viel stellt sich im Allgemeinen heraus, dass die Vibrationen der überwiegend vorherrschenden Fluorescenzstrahlen senkrecht gerichtet sind gegen die Vibrationen der Schillerstrahlen.

Ammoniumcalciumplatincyanür.



$AmCaPt_2C_4 + xHO$.

Erhalten durch das Zusammenkrystallisiren aus Lösungen äquivalenter Gewichtsmengen der einfachen Verbindungen. Aus H. Prof. Schrötter's Laboratorio.

Quadratisch. Das Axenverhältniss ist nicht bestimmbar, wegen Mangel geschlossener Formen.

Beobachtete Formen: p (110), c (001).

Kleine glänzende Würfel, deren System durch die optische Analyse bestimmt wurde.

Charakter der Doppelbrechung: positiv.

Fig. 76.



Farben.

Körperfarbe. Hellröthlichbraun, nach allen Richtungen hin gleich, in dem Felde der dichroskopischen Loupe in keiner Stellung merklich verschieden.

Oberflächenfarben:

Endfläche. Flächenschiller durch Vibrationen in der Einfallsebene bedingt; man hat in den beiden Feldern der dichroskopischen Loupe

Incidenz.	O.	E.
10°	farblos	röthlich violett
45°	farblos	gesättigt blauviolett
80°	farblos	farblos.

Prismenflächen. Flächenschiller durch Vibrationen in beiden Ebenen bedingt; doch sind die extraordinären Bilder viel lebhafter gefärbt.

Incidenz.	O.	E.
10°	farblos	bläulich
45°	schwachröthlich	schön meergrün
80°	farblos	farblos.

Fluorescirt kräftig roth bis in's Grün; Blau scheint keine Wirkung mehr zu üben.

Kaliumplatinsulphocyanid.



$KCyS_2 + PtCy_2S_4$.

Krystalle aus H. Prof. Schrötter's Laboratorio, dargestellt durch H. Ph. Weselsky.

Die Oberflächen der kleinen rasch verwitternden Krystallgruppen waren zu rauh um eine genauere Bestimmung zuzulassen. Wenn man annehmen wollte, dass bei starker Verziehung einiger Flächen andere ganz ausbleiben, so könnte man zur Combination des Würfels, Oktaëders und Dodekaëders gelangen. Die Messungen sprechen nicht dafür und nicht dawider, da an den zwei Kanten, die ich näherungsweise messbar fand, der Winkel (100) (111) und (100) (110) bis auf einen Grad stimmte. Die rasch eintretende Undurchsichtigkeit machte eine Untersuchung im Polarisationsapparate unstatthaft. Immer aber würde ich Bedenken tragen, aus dem Habitus der Krystallisation mit Sicherheit auf das tesserale System zu schliessen.

Optisches Verhalten.
Concentrirte Lösung. 22° C.

A = 44° 44′. R = 3° 51′·5. D = 278° 46′.

ω_ϱ = 260° 17′	hieraus	1·3486
ω_C = 260° 16′	„	1·3489
ω_D = 260° 5′	„	1·3526
ω_γ = 260° 0′	„	1·3543.

Baryumplatinsulphocyanid.


$BaCyS_2 + PtCy_2S_4$.

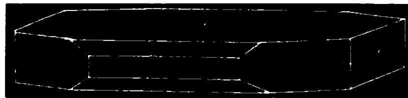
Krystalle aus H. Prof. Schrötter's Laboratorio, dargestellt durch H. Ph. Weselsky.

Rhombisch. $\bar{b}$: c = 1 : 1·2108.

Beobachtete Formen: a(100), p(110), b(010), q(011), c(001).

Gewöhnlich dünne Plättchen von der Form Fig. 77.; nur die Zone cqb bot messbare Flächen dar.

Fig. 77.

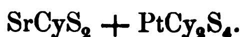


	Berechnet:	Beobachtet:
qc =		50° 27′*
bc =	90° 0′	90° 0′
qb =	39° 33′	39° 35′
$q\bar{q}$ =	79° 6′	79° 3′
$q\bar{c}$ =	129° 33′	129° 28′

Die Krystalle zeigen sich an der Oberfläche immer mehr oder weniger zerbröckelt und es treten deshalb auch immer mehrfache Spiegelbilder auf. Die obigen Zahlen sind Mittelwerthe aus einer grossen Anzahl, bis auf einen Grad unter einander abweichender Messungsdaten.

Die Axenebene senkrecht auf c, parallel der Combinationskante qc; nach aufwärts die kleinste Elasticitätsaxe gerichtet, von der sich übrigens nicht aussagen lässt, ob sie erste oder zweite Mittellinie ist, da der Axenwinkel zu gross ist, um im Polarisationsapparate übersehen werden zu können, und die kleinen Krystallplättchen im Oelgefäss nicht messbar sind.

Strontiumplatinsulphocyanid.



$SrCyS_2 + PtCy_2S_4$.

Krystalle aus H. Prof. Schrötter's Laboratorio, dargestellt durch H. Ph. Weselsky.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1 : 1·6434 : 1·7436. AC = 101° 0'.

Beobachtete Formen: o(111), p(110), c(001), b(010), a(100).

Fig. 78.



Fig. 79.

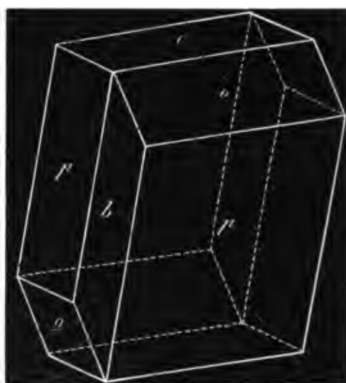
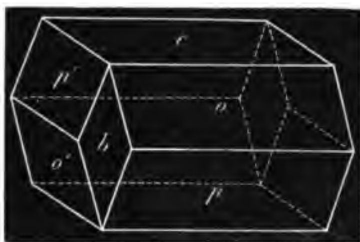


Fig. 80.



Das Prisma p und die Schiefendfläche sind Träger der Combinationen; zuweilen herrscht c so sehr vor, dass rhombische Tafeln entstehen, Fig. 78, deren Seiten durch schmale Facetten von p und o gebildet werden; zugleich sind die spitzen Ecken durch das Klinopinakoid weggenommen. An anderen Stücken zeigt sich die Zone c'po'c', an anderen die Zone pbp' vorherrschend, immer aber bleiben die Flächen der Hemipyramide nnd des Klinopinakoides schmal. Fig. 79, 80. Im Allgemeinen werden diese Krystalle durch seltsame Verzerrungen oft schwer zu entziffern und können nur mit Zuhilfenahme genauer Messungen orientirt werden.

	Berechnet:	Beobachtet:
o o' =		59° 6'
o o' =	120° 54'	
o $\bar{a}$ =	42° 40'	
o b =	60° 27'	60° 30'

	Berechnet:	Beobachtet:
oc =		71° 35′*
op =		27° 50′*
o′p =	112° 14′	112° 30′
pa =	30° 51′	
pb =	59° 9′	
pc =	99° 25′	99° 15′—100° 30′
pp′ =	61° 42′	
′pp =	118° 18′	119° circa.

Es scheinen ausser den angegebenen Flächen noch mehrere andere vorhanden zu sein; so spiegelt zuweilen die Kante co; die Kante bp ist abgerundet, und zeigt dabei mehrere lineare Facetten, welche zu einem stumpferen verticalen Prisma gehören. Die Endfläche ist immer rein spiegelnd, p und o gestreift parallel der Combinationskante mit der Endfläche; dabei sind die Flächen der Hemipyramide, des Prisma und des Klinopinakoides oft schülferig rauh, sehr im Gegensatz zur reinen Oberfläche der Basis.

Die Farbe ist dunkel karmoisinroth, ohne in der dichroskopischen Loupe irgend eine Verschiedenheit in den beiden Feldern zu zeigen. Kein Schiller. Die chromatischen Verhältnisse machen die Vermuthung rege, dass die Krystalle dem regulären Systeme angehören, wogegen auch die gemessenen Winkel nicht sprechen würden, wohl aber die Zonenfolge und der allgemeine Habitus. Die wenigen Krystalle, die mir zu Gebote standen, liessen wenigstens nur auf höchst gezwungene Weise eine tesserale Ausdeutung zu. Entscheidend ist aber das Verhalten im Polarisationsapparate, welches Doppelbrechung anzeigt.

Kaliumzinkcyanid.



$KZnCy_2$.

Tesseral: Oktaëder. Farblos.

Zur Bestimmung der Brechungsverhältnisse wurde ein Prisma geschliffen, dessen brechende Kante = 67° 13′ beträgt. Die Fraunhofer'schen Linien sind durch dasselbe nicht zu beobachten; es wurde daher die Minimumablenkung für die einzelnen Farben bestimmt.

A = 67° 13′. D = 41° 50′.

$\omega\varrho$ = 6° 35′ hieraus $\mu\varrho$ = 1·4065
$\omega\gamma$ = 6° 15′ „ $\mu\gamma$ = 1·4115
$\omega\beta$ = 5° 30′ „ $\mu\beta$ = 1·4195
$\omega\upsilon$ = 5° 0′ „ $\mu\upsilon$ = 1·4235.

Kaliumnickelcyanid.

$KNiCy_2 + HO$.

Monoklinoëdrisch nach Rammelsberg. Fig. 81. stellt die Lage der Flächen gegen die Hauptschnitte dar:

a c = 72° 50′ ′**p p** = 56° 32′ $q\underline{q}$ = 48° 6′ Rm.

Die eine Hauptschnittsebene fällt in den spitzen Winkel **a c**; es ist

$$c\xi = 22^{0}\ 10'.$$

Fig. 81.

Fig. 82.

Die Substanz ist orange und zeigt in der dichroskopischen Loupe nur geringe Farbenunterschiede; doch sind die Farbentöne derjenigen Strahlen, welche senkrecht zur Symmetrieaxe vibriren, die dunkleren. Es ist

(a) gelblich dunkler
(b) gelblich heller } orange.
(c) röthlich

Die optischen Axen liegen in einer auf der Symmetrie-Ebene senkrechten Ebene. Die Symmetrieaxe ist zweite Mittellinie. Man sieht sie bereits, wenn man den Krystall auf die Schiefendfläche im Polarisationsmikroskope legt. Ausgezeichnete Dispersion: Axenwinkel für roth kleiner als für blau. Mittlerer scheinbarer Axenwinkel nach ungefährer Schätzung 20°.

Kalium-Kupfercyanür.



K_3CuCy_4.

Rhomboëdrische Krystalle aus der Böttger'schen Sendung. Durch Herrn Sect.-Rath Haidinger mir zur Untersuchung überlassen.

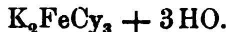
Sie zeigen nur geringe Doppelbrechung; doch ist der ordinäre Strahl mehr abgelenkt als der extraordinäre, also Charakter der Doppelbrechung negativ.

Die beiden Strahlen waren bei der Messung nicht deutlich genug zu trennen; es gelten daher die folgenden Zahlen für die mittlere Brechung.

(Min.) $A = 61^0\ 10'$ $D = 57^0\ 47'$.

$\omega\varrho = 17^0\ 50'$	hieraus	$\mu\varrho = 1{\cdot}5185$
$\kappa\gamma = 17^0\ 30'$	„	$\mu\gamma = 1{\cdot}5215$
$\omega\beta = 16^0\ 50'$	„	$\mu\beta = 1{\cdot}5285$
$\kappa v = 16^0\ 0'$	„	$\mu v = 1{\cdot}5375$.

Kalium-Eisencyanür.



$K_2FeCy_3 + 3\,HO$.

Die mir zu Gebote stehenden Krystalle rühren aus der Böttger'schen Sendung her und wurden mir durch H. Sect.-R. Haidinger zur Untersuchung überlassen.

Sie sind hellgelb, klar, durchsichtig, zeigen vor der dichroskopischen Loupe keinen wahrnehmbaren Unterschied in den Farbentönen. Sie wurden, wie Reste von Zwirnsfäden verrathen, durch Einhängen eines Fadens in die concentrirte Lösung gezogen.

Im polarisirten Lichte untersucht, zeigen sie merkwürdige Abnormitäten, auf welche bereits durch Brewster, Plücker und Kobell aufmerksam gemacht worden, die aber bisher noch keine Erklärung gefunden haben.

Legt man ein Spaltungsstück — die Theilbarkeit ist ausgezeichnet nach der Basis c (001) — in das Gesichtsfeld des Amici'schen Polarisationsmikroskopes, von welchem das Objectivrohr entfernt worden, so dass parallele Lichtstrahlen auf die Platten fallen, so zeigt sich im Allgemeinen ein dunkles Kreuz bei gekreuzten, ein helles bei parallelen Lagen der

Hauptschnitte im Polariseur und Analyseur. Das Kreuz ist parallel den quadratischen Umrissen der Krystallplättchen — die Felder, welche durch die Arme des Kreuzes und die Krystallumrisse eingeschlossen werden, zeigen Farben. Wie immer der Krystall im Gesichtsfelde in seiner Ebene gedreht wurde, immer blieb das Kreuz gleich gerichtet gegen die Krystallkanten und gleich dunkel oder gleich hell, nur die farbigen Eckfelder änderten ihr Aussehen.

Nachdem der Krystall erst so eingestellt worden, dass eine seiner Basiskanten mit dem Hauptschnitte des Polariseurs übereinstimmte, wurde er in seiner eigenen Ebene allmälig durch alle Azimuthe von 0° bis 360° gedreht. Es ergab sich dabei Folgendes:

0°	Kreuz	dunkel,	Eckfelder	schwach gefärbt,
30°	„	„	„	farblos, nur hie und da an rissigen Stellen Farbenandeutungen,
60°	„	„	„	schwach gefärbt,
75°	„	„	„	intensiv gefärbt,
120°	„	„	„	wie bei 30°,
165°	„	„	„	intensiv gefärbt,
180°	„	„	„	schwach gefärbt,
210°	„	„	„	farblos, dunkel,
240°	„	„	„	schwach gefärbt,
255°	„	„	„	intensiv gefärbt,
300°	„	„	„	farblos, dunkel, wie bei 30°,
345°	„	„	„	intensiv gefärbt.

Bei dieser Beobachtungsweise waren die Polarisations-Ebenen gekreuzt; wurden sie parallel gestellt, so erschien das Kreuz hell und die Eckfelder in dem complementären Ton, bei 30°, 120°, 210° und 300° farblos, hell.

Es geht hieraus hervor:

1. Dass der Krystall an den Stellen, wo das permanente dunkle oder helle Kreuz erscheint, nicht doppelbrechend wirkt. Dies bestätigt sich auch, wenn man das Objectiv des Mikroskopes ansteckt und auf den Krystall einen Lichtkegel einfallen lässt: es zeigt sich keine Spur von Farbenringen oder sonst etwas, doppelbrechenden Substanzen Eigenthümliches an der Stelle des Kreuzes; dies bleibt in Stellung und Beschaffenheit

unverändert, man drehe den Krystall vor dem Objectiv wie immer in seiner Ebene.

2. Dass die Eckfelder doppelt brechen, und zwar entweder wie optisch zweiaxige Krystalle, oder wie optisch einaxige in einer dem Polarschnitt parallelen Lamelle. Gewiss gibt es keine auf der Spaltungsrichtung senkrecht stehende optische Axe. Im Nörremberg'schen Mikroskope zeigt sich die Substanz zweiaxig mit variablem Axenwinkel; die Differenz zwischen dem grössten und kleinsten Axenwinkel ist beträchtlich, da die Grenzwerthe zwischen den Axenwinkeln des Topases und des Chlorits schwanken. Das Dunkelwerden oder Hellwerden, kurz das Verschwinden der Farben in den Eckfeldern, unter bestimmten Azimuthen, deutet die Lage der Hauptschnittebenen im Krystalle an; diese schliessen nach obigen Beobachtungen mit den Krystallkanten Winkel von c. 30° einerseits und 60° anderseits ein.

Zerschneidet man den Krystall nach der Richtung der Hauptschnitte oder nach irgend einer andern Direction, so zeigen sich im polarisirten Lichte keine Aenderungen der oben beschriebenen Erscheinungen. Man kann ein Eckfeld heraustrennen und es bleibt in seinem Verhalten ganz so, wie es sich als Bestandstück des ganzen unverletzten Krystalles zeigte.

Zu bemerken ist, dass die untersuchten Krystalle an den Stellen, wo sie der Faden durchdringt, etwas rissig und zerbröckelt erscheinen. Immer hat es dabei das Aussehen, als ob das indifferente Kreuz der Mittelpartien an diesen Centralbruchstellen seinen Ursprung nähme. Ausserdem lassen die Endflächen von diesen Stellen aus parallele, gegen die Ränder senkrecht gestellte Streifen wahrnehmen, wodurch eine wellenförmige Oberfläche entsteht, wie sie an manchen Glimmern bemerkt wird, wo diese Streifen Zwillingsbildungen anzudeuten scheinen. Das Kreuz, das in der Regel ziemlich unregelmässig begrenzt ist und eben nur seiner Hauptform nach so genannt werden darf, schliesst sich, wo jene Streifen auftreten, an dieselben an und die Figur gewinnt dadurch in ihrem Aussehen an Regelmässigkeit. Im indifferenten Kreuze erscheinen zuweilen farbige doppelbrechende Inseln, stets an solchen Stellen, wo eine Unterbrechung in der regelmässigen Structur der Krystallmasse wahrnehmbar ist.

Die Lage der Hauptschnittsebene wird auch durch die Drehung des Analyseurs aufgefunden. Wird nämlich der Krystall mit seinen Kanten auf 0° gestellt, und hierauf der Analyseur um 30° nach der einen oder um 60° nach der andern Seite gedreht, so verschwinden alle Farben und es erscheint ein einförmiges helles Bild. Da die Vibrationen der Strahlen, welche von dem Polariseur an den Krystall gelangen, sich in diesem in zwei Componenten zerlegen, die wegen der Hauptschnittsstellung sich verhalten wie cos 60° : cos 30°, so kann das Gesichtsfeld in den beiden Stellungen des Analyseurs nicht gleich hell erscheinen, sondern die Intensitäten müssen sich wie jene Cosinusse verhalten. In der That findet in der Lichtstärke, welche in dem einen und dem andern Falle beobachtet wird, ein beträchtlicher Unterschied statt.

Merkwürdig ist das Verhalten der Eckfelder, wenn die Hauptschnitte auf 45° eingestellt und dann Glimmerblättchen eingeschaltet werden. Ich untersuchte drei Krystallplatten in dieser Weise; in der folgenden Tabelle sind die Eckpartien durch a, b, a′, b′ bezeichnet, so dass a a′, b b′ die diagonalen Paare repräsentiren. Es zeigte

		ohne Glimmer:	mit Einschaltung des Glimmers:
Erste Platte.	a	grünblau	rosenroth
	b	sattgelb	roth
	a′	indigo	violettbraun
		(b′ fehlt).	
Zweite Platte.	a	gelb	blau
	b	grün	roth
		(a′ und b′ fehlt).	
Dritte Platte.	a	indigo	braun
	b	indigo	hellblau
	a′	blau mit orangefarbiger Spitze	indigo mit gelber Spitze
	b′	blau, dann gelber Streifen um violettes Feld.	blaues Feld.

Ausserdem wurde eine Platte untersucht, die nach der Hauptschnittsrichtung durchschnitten worden. Sie zeigte

a blau verwandelt in grünlich-blau
b grün „ „ bläulich-grün
a' indigo „ „ undeutlich braun.

Alle diese Beobachtungen (mit Ausnahme der letzteren unsicheren) zeigen, dass die diagonalen Eckfelder optisch gleichartig, die benachbarten entgegengesetzt sind, d. i. die einen sind optisch positiv, die andern optisch negativ. In den Kreuzstellen findet somit ein Uebergang von optisch positiven in optisch negative Individuen statt.

Ich werde diese Untersuchungen vervollständigen, sobald ich vollkommene Krystalle in grösserer Zahl werde hergestellt haben.

Kaliumbaryumeisencyanür.



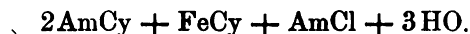
$$K_2FeCy_3 + Ba_2FeCy_3 + 6\,HO.$$

Von Herrn Sect.-Rath Haidinger zur Untersuchung übergeben.

Hexagonal-rhomboëdrisch. Bunsen in Rm. 221.

Eine Platte senkrecht zur Axe geschliffen gibt mit der Viertelundulationsplatte die Doppelpunkte senkrecht zum Hauptschnitte des Glimmers; erweitert die Ringe der Kalkspathplatte; ist somit optisch positiv.

Ammoniumeisencyanür-Ammoniumchlorid.



$$2AmCy + FeCy + AmCl + 3\,HO.$$

Aus der Böttger'schen Sendung; von Herrn Sect.-Rath Haidinger zur Untersuchung überlassen.

Bunsen hat die Krystalle dieser Verbindung in Pg. Ann. XXXVI, 409 beschrieben. Es sind Rhomboëder, von einem Axenkantenwinkel = 83° 8′; die Basisecken sind durch das nächst spitzere Rhomboëder abgestumpft, während die Axenecken durch die Endfläche weggenommen sind. Nach Bunsen's Beschreibung herrscht das Grund-Rhomboëder entschieden vor (nur bei den aus Berlinerblau erhaltenen nicht ganz reinen Krystallen tritt das spitzere Rhomboëder isolirt auf). Die vorliegenden Krystalle zeigten Gleichgewicht der combinirten Formen: die Endfläche schneidet zwar das schärfere Rhomboëder

nirgends in einer Kante, aber auch die Flächen des Grund-Rhomboëders begegnen sich nur in Punkten, so dass am ganzen Krystalle nur Combinationskanten vorkommen. Es erscheinen dadurch die Grund-Rhomboëderflächen als Rechtecke, die Endfläche als gleichseitiges Dreieck, das schiefere Rhomboëder als gleichschenkelige Dreiecke; Endfläche und schieferes Rhomboëder sind darum nicht sogleich wohl zu unterscheiden.

Optischer Charakter. Das Viertelundulationsglimmerblatt stellt die beiden Punkte, welche an der Stelle des Kreuzes auftreten, parallel, also ist der Krystall optisch negativ.

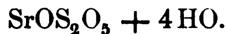
Dichroismus. Kaum merklich.

Brechungsexponenten.

A = 47° 12′. R = 98° 30′. D = 0° 7′.

O	ω_ϱ	327° 14′	hieraus	μ_ϱ	= 1·6067
	ω_γ	327° 2′	„	μ_γ	= 1·6198
	$\omega_{\gamma\varrho}$	326° 50′	„	$\mu_{\gamma\varrho}$	= 1·6241
	ω_β	326° 10′	„	μ_β	= 1·6250
E	ω_ϱ	328° 19′	„	μ_ϱ	= 1·5881
	ω_γ	328° 5′	„	μ_γ	= 1·5922
	$\omega_{\gamma\varrho}$	327° 51′	„	$\mu_{\gamma\varrho}$	= 1·5964
	ω_β	327° 14′	„	μ_ω	= 1·6067

Unterschwefelsaurer Strontian.



$SrOS_2O_5 + 4HO$.

Krystallisirt hexagonal. Nach Heeren a : c = 1 : 1·5024.— Farblos, wasserhell.

Charakter der Doppelbrechung negativ.

Sehr geringe Doppelbrechung: Platten von einem Millimeter Dicke zeigen noch immer grosse Farbenringe; auch ist durch die breiten Farbensäume starke Dispersion angedeutet. Wegen der Dünnheit der Plättchen konnte aber weder das Brechungsvermögen noch auch die Dispersion bestimmt werden.

Schwefelsaures Lithion.



$LiO\,SO_3$.

Durch H. Ph. Weselsky in H. Prof. Schrötter's Laboratorium dargestellt.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1·0505 : 1 : 0·5560. AC = 72° 20′.

Beobachtete Formen: c (001), $r^{9/5}$ (905), o′ ($\bar{1}$11), a (100), b (010), p (110), p^3 (310).

Vorherrschend die Zone der Symmetrieaxe, also epidotischer Krystallisationshabitus. Gewöhnlich plattenförmig durch Vorherrschen der Schiefendfläche. Die Prismen p und p^3 sind gut ausgebildet und darum genau messbar, nicht so die Endfläche (001), die immer gekrümmt ist und desshalb in die Beobachtung eine Unsicherheit bis auf $^1/_2{}^0$ bringt. Die hinteren Hemipyramidenflächen fehlen selten, sie spiegeln in der Kante des Prisma p und der Schiefendfläche. Das Orthopinakoid ist immer nur als schmale Abstumpfung der Kante (001) ($\bar{9}$05) vorhanden; die Fläche des Klinopinakoides findet sich nur auf grösseren Krystallen als Spiegelung der Kante (110) ($\bar{1}$10) angedeutet. Manchmal werden die Krystalle ganz unkenntlich durch das Vorherrschen einer Fläche der Hemipyramide und einer diagonal opponirten Fläche von p^3, wobei die übrigen Flächen, welche die Zuspitzung der Säule (001) (905) bilden, entweder ganz verschieden oder so klein werden, dass sie nicht weiter messbar sind.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100) (001) =	107° 40′	107° 36′
(100) (110) =		57° 27′
(100) (905) =		37° 55′
(100) (310) =	67° 53′	68° 36′
(100) (010) =	90° 0′	
(100) ($\bar{1}$11) =	111° 49′	
(001) (905) =	40° 17′	39° 10′
(001) (110) =	80° 36·5	80° 45·5
(001) (310) =	76 9′	
(001) ($\bar{1}$11) =	45° 32·5	45° 42′
(110) ($\bar{1}$10) =	65° 6′	64° 58′
(110) (310) =		19° 32′
(110) ($\bar{3}$10) =	84° 38′	84° 40′
(110) (3$\bar{1}$0) =	95° 22′	95° 30′
(110) ($\bar{1}$11) =		35° 4′
(310) ($\bar{3}$10) =	104° 10′	104° 10′
($\bar{3}$10) ($\bar{1}$11) =	40° 41′	40° 30′

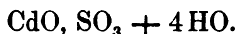
	Berechnet:	Beobachtet:
(010) (110) =	32° 33′	
(010) (310) =	52° 5′	
(010) (001) =	90° 0′	90°
(010) (100) =	90° 0′	
(010) ($\bar{1}$11) =	67° 5′	67° 13′.

Theilbar nach (001). Die ganze Zone (001) (905) ist gestreift parallel der Symmetrieaxe; die obigen Messungen sind Mittel aus den Beobachtungen an 17 Individuen.

Wasserhell, farblos.

Die Ebenen der optischen Axen parallel zur Symmetrieaxe; die Symmetrieaxe ist zweite Mittellinie.

Schwefelsaures Kadmiumoxyd.



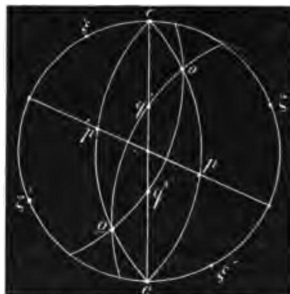
$CdO, SO_3 + 4HO$.

Nach Rammelsberg (Kr. Ch. 104) monoklinoëdrisch. Fig. 83. stellt die Projectionen der Träger der Combination

Fig. 83.



Fig. 84.



dar, und zeigt den Zusammenhang zwischen den Krystalldimensionen und optischen Hauptschnitten.

'pp = 109° 34′ $q^2\underline{q}^2$ = 78° 44′ a c = 62° 2′r′ c = 52° 1′ Rm.

Eine Platte parallel b geschliffen zeigt die optischen Hauptschnitte stark abgelenkt aus der Prismenzone; dagegen nahezu übereinstimmend mit der Zone b r. Es ist

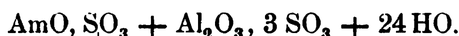
c ξ = 49° 40′.

Bei der Dunkelstellung des Krystalles zwischen Analyseur und Polariseur, also bei dem Uebereinstimmen eines der optischen Hauptschnitte mit einer der gekreuzten Polarisationsebenen des Apparates, zeigen sich mitten im Krystallkörper helle, zum Theil unregelmässig, zum Theil regelmässig polygonal begrenzte Flecken, welche bei der Hellstellung nicht so

deutlich dunkel hervortreten. Diese Flecken gehören offenbar in die Reihe jener Erscheinungen, welche durch Leydolt als vielfache, wiederholte Zwillingsbildungen im Innern eines scheinbar einfachen Krystalles (am Quarz, Aragonit) u. s. w. nachgewiesen worden sind.

Ebene der optischen Axen rechtwinklig zur Symmetrieaxe.

Ammoniak-Alaun.



$AmO, SO_3 + Al_2O_3, 3\,SO_3 + 24\,HO.$

1. Krystallisirt.

Als brechende Kante diente die Tetraëderkante.

A = 71° 30′. D = 65° 28′. R = 334° 0′.

Die Ablenkungen wurden wie am Kali-Alaun bestimmt; der grösste Fehlerraum beträgt 12′ (Linie B und C), der geringste 5′ (Linie F).

ωB = 116° 15′	hieraus	μB = 1·4585
ωC = 116° 35′	„	μC = 1·4597
ωD = 117° 22′	„	μD = 1·4624
ωE = 118° 23′	„	μE = 1·4656
ωF = 119° 18′	„	μF = 1·4683
ωG = 120° 50′	„	μG = 1·4723
ωv = 122° 50′	„	μv = 1·4765

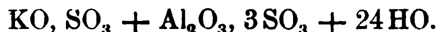
(sehr unsicher).

2. Lösung. Concentrirt. 22° C.

A = 44° 42·′5. R = 109° 11′. D = 10° 20′.

ωB = 353° 15′	hieraus	μB = 1·3399
ωC = 353° 13·′5	„	μC = 1·3404
ωD = 353° 8′	„	μD = 1·3423
ωE = 353° 2′	„	μE = 1·3443
ωb = 353° 0·′5	„	μb = 1·3448
ωF = 352° 55′	„	μF = 1·3463
ωG = 352° 45′	„	μG = 1·3500
ωv = 352° 34′	„	μv = 1·3537.

Kali-Alaun.



$KO, SO_3 + Al_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$

1. Krystallisirt.

Als brechende Kante diente die Tetraëderkante über der Spitze des regelmässig ausgebildeten Oktaëders.

A = 109° 31′. R = 253° 12′. D = 166° 27′.

Die Ablenkungen für die einzelnen Linien des Spectrums sind mittlere Werthe; das Prisma zeigte die Linien nicht, es wurde deshalb die Stelle einer jeden Linie geschätzt und aus je 7 Schätzungswerthen das arithmetische Mittel genommen. Der Raum, innerhalb welchem sich die Schwankungen finden, beträgt nicht über 10 Minuten; es waren z. B. für C, D und F folgende Ablesungen:

ωC	ωD	ωF
119° 53′	119° 21′	118° 17′
119° 52′	119° 24′	118° 20′
119° 45′	119° 20′	118° 16′
119° 54′	119° 20′	118° 14′
119° 51′	119° 23′	118° 18′
119° 49′	119° 23′	118° 17′
119° 53′	119° 24′	118° 14′
119° 51′	120° 22 1/7′	118° 16 4/7′

ωC zeigte unter allen Linien die grösste Unsicherheit, ωD die geringste.

ωB = 120° 6′	hieraus	μB = 1·4511
ωC = 119° 51′	„	μC = 1·4524
ωD = 120° 22′	„	μD = 1·4549
ωE = 118° 44′	„	μE = 1·4583
ωF = 118° 17′	„	μF = 1·4606
ωG = 117° 21′	„	μG = 1·4650
ωv = 115° 52′	„	μv = 1·4717

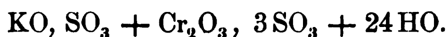
2. Lösung. Concentrirt. 22° C.

A = 44° 45′. R = 37° 3′. D = 272° 26′.

ωB = 255° 46′	hieraus	μB = 1·3406
ωC = 255° 44′	„	μC = 1·3412
ωD = 255° 38′	„	μD = 1·3431
ωE = 255° 30′	„	μE = 1·3457

$\omega b = 255^\circ\ 27'$ hieraus $\mu b = 1{\cdot}3468$
$\omega F = 255^\circ\ 23'$ „ $\mu F = 1{\cdot}3512$
$\omega G = 255^\circ\ 12'$ „ $\mu G = 1{\cdot}3517$
$\omega v = 255^\circ\ 0'$ „ $\mu v = 1{\cdot}3553$.

Kali-Chromalaun.



$$KO, SO_3 + Cr_2O_3, 3SO_3 + 24HO.$$

Im festen Zustande fast ganz undurchsichtig, höchstens an den Kanten mit röthlich violettem Lichte durchscheinend. Dasselbe gilt von der concentrirten Lösung; schon dünne Schichten absorbiren das Licht so sehr, dass eine 3 Linien dicke Schicht vor die Spalte im Fensterladen gebracht, das Zimmer vollständig verdunkelt; eine Schicht von 2 Linien Dicke lässt einen schwach röthlichen Schein durch und erst bei noch dünneren Flüssigkeitsschichten wird die Erhellung des Raumes merklicher. Bei der Untersuchung der Brechungsverhältnisse wurde darum auch mit verdünnten Lösungen operirt; die dichteste Lösung, von welcher ausgegangen wurde, enthielt

9·010 Gewichtstheile fester Substanz
37·099 „ Wasser

d. i. 24% fester Substanz, oder etwa $^1/_4$ Alaun und $^3/_4$ Wasser.

1. Lösung. Verhältniss der festen Substanz zum Wasser $= 0{\cdot}2428 : 1$; Dichte 1·1046.

Alles Orange von dicht neben C an, alles Grün bis dicht unter b absorbirt; ein heller Streifen im Blau mit der Linie F; alles Indigo und Violett ausgelöscht.

$A = 44^\circ\ 43'$. $R = 255^\circ\ 3'$. $D = 124^\circ\ 35'$.

$\omega a = 107^\circ\ 20'$ hieraus $\mu a = 1{\cdot}3490$
$\omega B = 107^\circ\ 17'$ „ $\mu B = 1{\cdot}3495$
$\omega C = 107^\circ\ 15'$ „ $\mu C = 1{\cdot}3502$
$\omega\gamma = 106^\circ\ 57'$ „ $\mu\gamma = 1{\cdot}3558$

(obere Grenze des Blau, grünlich Blau)

$\omega F = 106^\circ\ 52'$ „ $\mu F = 1{\cdot}3577$
$\omega\beta = 106^\circ\ 48'$ „ $\mu\beta = 1{\cdot}3589$

(unteres Ende des Blau).

2. Lösung. 16 Volumtheile Wasser auf 12·2 Volumtheile der Lösung Nr. 1; also

2·9622 Gewichtstheile fester Substanz
25·2378 „ Wasser,
d. i. 0·1174 : 1 = Verhältniss der festen Substanz zum Wasser.
Dichte = 1·0466.

Im Spectrum der obere (rothe) Streifen kaum noch erweitert; auch der untere (blaue) Streifen nur gegen Grün hinauf um ein Geringes bis an E vorgerückt, nach abwärts kaum gewachsen.

$A = 44^0\ 43{\cdot}5$. $R = 235^0\ 52'$. $D = 107^0\ 12'$.

$\omega a = 90^0\ 35'$	hieraus	$\mu a = 1{\cdot}3323$
$\omega B = 90^0\ 30'$	„	$\mu B = 1{\cdot}3394$
$\omega C = 90^0\ 25'$	„	$\mu C = 1{\cdot}3412$
$\omega b = 90^0\ 13'$	„	$\mu b = 1{\cdot}3446$
$\omega F = 90^0\ 7'$	„	$\mu F = 1{\cdot}3469$
$\mu\beta = 90^0\ 0'$	„	$\mu\beta = 1{\cdot}3492.$

Schwefelsaures Ammoniak-Manganoxydul.



$AmO, SO_3 + MnO_3 + 6\,HO.$

Durch Mitscherlich bestimmt und isomorph mit schwefelsaurem Kali-Manganoxydul, schwefelsaurer Ammoniak-Magnesia und Kali-Magnesia gefunden worden.

Fig. 85.



Fig. 86.

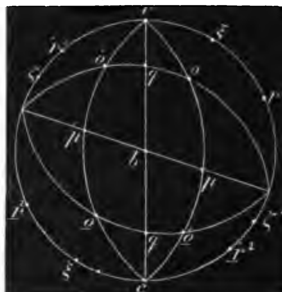


Fig. 85, 86, stellt die Projection der wichtigsten Flächen des Krystalles dar:

$'pp = 109^0\ 25'$ $q\underline{q} = 130^0\ 10'$ $ca = 71^0\ 42$
(das Orthopinakoid fehlt an den meisten Krystallen).

Die Krystalle sind in der Richtung der Schiefendflächen c härter, als in der Prismenrichtung.

Die optischen Axen liegen in der Ebene der Symmetrie; die eine Elasticitätsaxe schliesst mit der Prismenaxe einen Winkel $10^0\ 50'$ bis $11^0\ 30'$ ein; also

$\zeta c = 6^0\ 50'-7^0\ 30'$ $\zeta a = 78^0\ 0'-79^0\ 10'$.

Doppelbrechung ist sehr gering; es wurde ein Prisma geschliffen, dessen brechende Kante der Symmetrieaxe parallel gerichtet ist; die Strahlen, deren Schwingungen parallel zur Kante geschehen, zeigen sich mehr abgelenkt als die, deren Vibrationen senkrecht gegen die Prismenkante gerichtet sind. Es wurde das Minimum der Ablenkung für die schätzungsweise bestimmten Stellen der Fraunhofer'schen Linien gemessen.

A = 40° 47′; D = 30° 49′.

		O			
ωB	= 9° 25′	hieraus	μB	=	1·4821
ωD	= 9° 15′	„	μD	=	1·4856
ωE/F	= 9° 3′	„	μE/F	=	1·4900
ωv	= 8° 40′	„	μv	=	1·4982
		E			
ωB	= 9° 28′	„	μB	=	1·4803
ωD	= 9° 17′	„	μD	=	1·4850
ωE/F	= 9° 5′	„	μE/F	=	1·4892
ωv	= 8° 40′	„	μv	=	1·4982

im Violett sind die Strahlen nicht mehr wohl zu trennen.

Die Zahlen der zweiten Columne entsprechen den mittleren Brechungsexponenten.

Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak.



$AmO, SO_3 + CuO, SO_3 + 6 HO.$

Nach Miller (Rm. Kr. Ch. 246) isomorph dem schwefelsauren Kupferoxyd-Kali.

Lösung. Die concentrirte Lösung ist hell himmelblau und löscht Roth vollständig, Orange zum grössten Theil aus. Selbst bei beträchtlicher Verdünnung werden die rothen Strahlen noch absorbirt.

1. Lösung. Concentrirt. Dichte = 1·0765. Temp. = 22° C.

A = 44° 44·5′. R = 337° 37′. D = 201° 5′.

ωo	= 183° 38′	hieraus	μo	= 1·3475
(obere Grenze im Orange)				
ωD	= 183° 33′	„	μD	= 1·3488
ωE	= 183° 23′	„	μE	= 1·3515
ωb	= 183° 21′	„	μb	= 1·3523
ωF	= 183° 15′	„	μF	= 1·3543

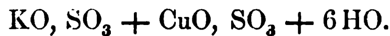
$\omega_G = 183^0\ 4'$ hieraus $\mu_G = 1{\cdot}3585$
$\omega_v = 182^0\ 54'$ „ $\mu_v = 1{\cdot}3606$
(untere Grenze im Violett).

2. Lösung. Zwanzig Volumtheile der concentrirten Lösung auf 26 Volumtheile Wasser. Dichte = 1·0330. Temp. 23 C.

A = 44° 43′ R = 320° 38′ D = 217° 33′.

$\omega_\varrho = 200^0\ 40'$ hieraus $\mu_\varrho = 1{\cdot}3366$
(obere Grenze im Roth)
$\omega_D = 200^0\ 35'$ „ $\mu_D = 1{\cdot}3385$
$\omega_E = 200^0\ 28'$ „ $\mu_E = 1{\cdot}3407$
$\omega_b = 200^0\ 27'$ „ $\mu_b = 1{\cdot}3411$
$\omega_F = 200^0\ 21'$ „ $\mu_F = 1{\cdot}3430$
$\omega_G = 200^0\ 11{\cdot}5'$ „ $\mu_G = 1{\cdot}3467$
$\omega_v = 200^0\ 3'$ „ $\mu_v = 1{\cdot}3490$
(untere Grenze im Violett).

Schwefelsaures Kupferoxyd-Kali.


$KO,\ SO_3 + CuO,\ SO_3 + 6\,HO.$

Ueber die Krystallform s. Ramm. l. c. 245.

Lösung. Die concentrirte Lösung ist hell himmelblau, in der Farbe kaum von der Lösung des schwefelsauren Kupferoxydammoniaks zu unterscheiden. Das Spectrum zeigt gänzliche Absorption des Roth und Orange bis dicht an D.

1. Lösung. Concentrirt.

A = 44° 45′ R = 129° 28′ D = 345° 18′.

$\omega_\omega = 327^0\ 18'$ hieraus $\mu_\omega = 1{\cdot}3472$
(untere Grenze im Orange)
$\omega_D = 327^0\ 15'$ „ $\mu_D = 1{\cdot}3480$
$\omega_E = 327^0\ 7'$ „ $\mu_E = 1{\cdot}3505$
$\omega_b = 327^0\ 5'$ „ $\mu_b = 1{\cdot}3510$
$\omega_F = 327^0\ 0'$ „ $\mu_F = 1{\cdot}3522$
$\omega_G = 326^0\ 47'$ „ $\mu_G = 1{\cdot}3555$
$\omega_v = 326^0\ 38'$ „ $\mu_v = 1{\cdot}3590$
(obere Grenze im Violett).

2. Lösung. Dichte = 1·0831.

A = 44° 46′ R = 342° 47′ D = 200° 53′.

$\omega_\omega = 183^0\ 13{\cdot}5'$ hieraus $\mu_\omega = 1{\cdot}3444$
$\omega_D = 183^0\ 7{\cdot}5'$ „ $\mu_D = 1.3460$

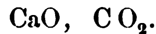
ωE	$= 182^0\ 58'$	hieraus	μE	$= 1{\cdot}3483$
ωb	$= 182^0\ 56'$	„	μb	$= 1{\cdot}3491$
ωF	$= 182^0\ 51'$	„	μF	$= 1{\cdot}3507$
ωG	$= 182^0\ 40'$	„	μG	$= 1{\cdot}3539$
ωv	$= 182^0\ 30'$	„	μv	$= 1{\cdot}3571.$

3. Lösung. Gleiche Volumtheile concentrirter Lösung und Wassers. Dichte 1·0412.

$A = 44^0\ 45{\cdot}5'$ $R = 320^0\ 22{\cdot}5'$ $D \doteq 217^0\ 12'$.

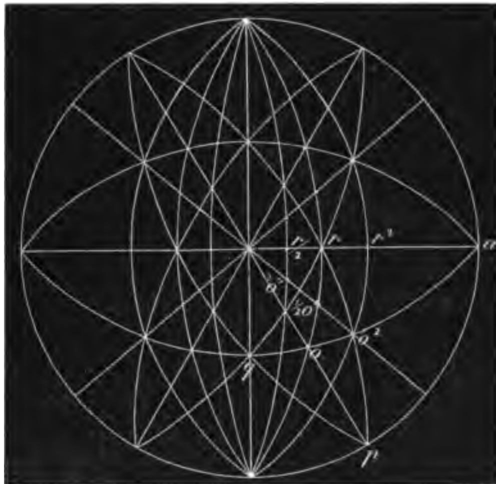
$\omega \varrho$	$= 200^0\ 25'$	hieraus	$\mu \varrho$	$= 1{\cdot}3365$
ωD	$= 200^0\ 18'$	„	μD	$= 1{\cdot}3411$
ωE	$= 200^0\ 13'$	„	μE	$= 1{\cdot}3415$
ωb	$= 200^0\ 11{\cdot}5'$	„	μb	$= 1{\cdot}3419$
ωF	$= 200^0\ 7{\cdot}5'$	„	μF	$= 1{\cdot}3433$
ωG	$= 199^0\ 57'$	„	μG	$= 1{\cdot}3469$
ωv	$= 199^0\ 47'$	„	μv	$= 1.3495.$

Aragonit.



An einem Krystalle von Horschenz (in dem k. k. Hof-

Fig. 87.

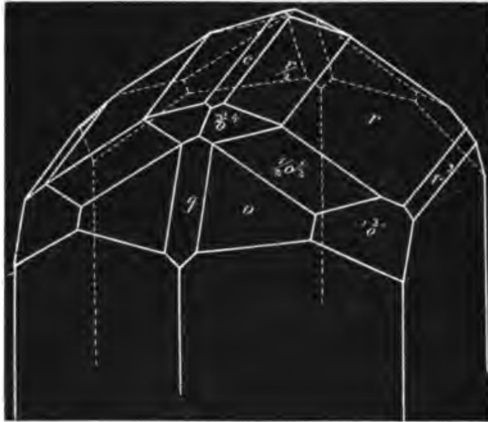


Mineraliencabinete, 2te Handsammlung) findet sich in den Zonen $r/_2$ und $c'o^2$ eine Fläche, welche bisher nicht beob-

achtet worden ist. Nach der Zonenstellung gehört sie zu einer rhombischen Pyramide ${}^{2}o^{4} = (214)$ und die Winkel mit den übrigen Flächen des Aragonites sind

${}^{2}o^{4}\ c$	$= 21^{0}\ 48'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{1}o^{2\prime}$	$= 42^{0}\ 35'$
${}^{2}o^{4}\ {}^{1}o^{2}$	$= 20^{0}\ 57'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{\prime 1}o^{2}$	$= 51^{0}\ 9'$
${}^{2}o^{4}\ {}^{1/2}o'$	$= 39^{0}\ 47'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{1/2}o^{1\prime}$	$= 59^{0}\ 15'$
${}^{2}o^{4}\ r/_{2}$	$= 13^{0}\ 40'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{\prime 1/2}o^{1\prime}$	$= 68^{0}\ 18'$
${}^{2}o^{4}\ 'r/_{2}$	$= 39^{0}\ 10'$	${}^{2}o^{4}\ o$	$= 33^{0}\ 43'$
${}^{2}o^{4}\ r$	$= 22^{0}\ 42'$	${}^{2}o^{4}\ 'o'$	$= 74^{0}\ 26'$
${}^{2}o^{4}\ 'r$	$= 54^{0}\ 17'$	${}^{2}o^{4}\ p$	$= 69^{0}\ 29'$
${}^{2}o^{4}\ r^{3/2}$	$= 32^{0}\ 32'$	${}^{2}o^{4}\ 'p'$	$= 110^{0}\ 31'$
${}^{2}o^{4}\ 'r^{3/2}$	$= 65^{0}\ 17'$	${}^{2}o^{4}\ o'$	$= 59^{0}\ 27'$
${}^{2}o^{4}\ r^{2}$	$= 39^{0}\ 54'$	${}^{2}o^{4}\ 'o$	$= 53^{0}\ 49'$
${}^{2}o^{4}\ 'r^{2}$	$= 72^{0}\ 54'$	${}^{2}o^{4}\ p'$	$= 92^{0}\ 55'$
${}^{2}o^{4}\ r^{3}$	$= 49^{0}\ 17'$	${}^{2}o^{4}\ 'p$	$= 87^{0}\ 5'$
${}^{2}o^{4}\ 'r^{3}$	$= 82^{0}\ 43'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{2}o^{4\prime}$	$= 45^{0}\ 24'$
${}^{2}o^{4}\ r^{5}$	$= 58^{0}\ 10'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{\prime 2}o^{4}$	$= 33^{0}\ 40'$
${}^{2}o^{4}\ 'r^{5}$	$= 91^{0}\ 45'$	${}^{2}o^{4}\ {}^{2}o^{4}$	$= 158^{0}\ 12'$
${}^{2}o^{4}\ r^{6}$	$= 60^{0}\ 35'$		
${}^{2}o^{4}\ 'r^{6}$	$= 94^{0}\ 10'$		
${}^{2}o^{4}\ a$	$= 73^{0}\ 10'$		

Fig. 88.



Der vorliegende Krystall ist eine Combination von

$p,\ o,\ {}^{1}o^{2},\ {}^{1/2}o^{1},\ {}^{2}o^{4},\ r^{2},\ r,\ r/_{2},\ q,\ a,\ c.$

Zweifach-oxalsaures Lithion.



$2(LiO, 2\,C_2O_3) + 3\,HO$.

Aus dem Laboratorio des H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Fig. 89.

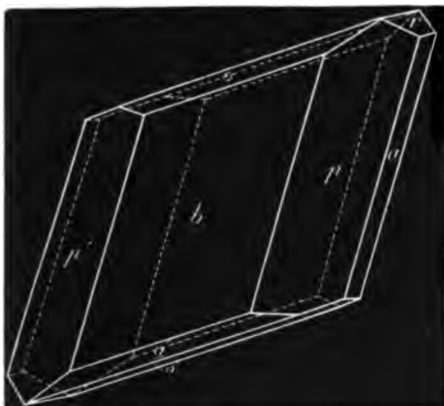


Fig. 90.

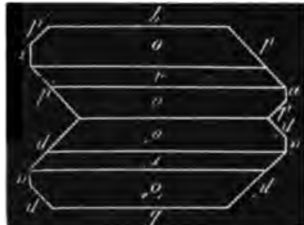
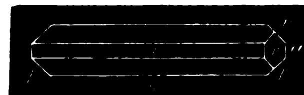


Fig. 91.



Monoklinoëdrisch. a : b : c = 1 : 0·9827 : 0·4924. AC = 81° 37′.

Beobachtete Formen: a (100), p (110), b (010), ′o ($\bar{1}11$) r (101), ′r ($\bar{1}01$).

Die Krystalle sind tafelförmig durch das Vorherrschen des Klinopinakoides b; die Tafeln sind beiderseits zugeschärft durch die Flächen des Prisma p und der Hemipyramide ′o, welche Zuschärfungen wieder gleichmässig abgestumpft durch die Flächen des Orthopinakoides a und des Hemidoma ′r erscheinen. Zuschärfungs- und Abstumpfungsflächen sind immer nur schmal. Zuweilen, aber nur selten, tritt auch das rechte Hemidoma r auf, welches immer nur untergeordnet und klein ist; es diente zur Orientirung bei der Aufstellung der Krystallgestalt.

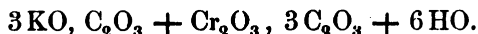
	Berechnet:	Beobachtet:
pb =	44° 20′	44° 20·5′
pa =	45° 40′	
pp′ =	91° 20′	91° 20′ *
p′o =		64° 46′ *

		Berechnet:	Beobachtet:
p'r	=	102° 38′	
pr	=		
ar	=	81° 37′	
'a'r	=	71° 45′	
'rr	=	26° 38′	
'ob	=		63° 15′ *
'o'o′	=	53° 30′	53° 28′
'o'r	=	26° 45′	
'or	=	37° 44′	
'op′	=	102° 35′	
'o'a	=	81° 25′	
'o'p	=	77° 25′	
'oa	=	98° 35′	

Ausgezeichnet theilbar nach b. Zwillingsbildungen nach b sind sehr häufig; der Querschnitt erhält dadurch eine Gestalt wie Fig. 90.

In dem allgemeinen Habitus der Combination besitzen diese Krystalle entschiedene Aehnlichkeit mit jenem des doppelt oxalsauren Kali (Rmm. Kryst. Ch. 159). Es ist dort auf den scheinbar monoklinoëdrischen Charakter dieser Krystalle aufmerksam gemacht; aus dem öfteren Auftreten der Seitenkantenzonen der Pyramiden, sowie aus der gleichen Neigung beider Zonen gegen die vorherrschenden Pinakoidflächen wird aber auf ein rechtwinkeliges Axensystem geschlossen. Die Krystalle der Lithionverbindung liessen diese Seitenzonen nicht beobachten; auch ist in den Winkeln kaum eine Möglichkeit gegeben, das rhombische System hier anzupassen, trotz der allgemeinen Analogie, welche zwischen Lithion- und Kalisalzen herrscht.

Oxalsaures Chromoxyd-Kali.



$$3\,KO, C_2O_3 + Cr_2O_3, 3\,C_2O_3 + 6\,HO.$$

Von H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Die Krystalle sind durch Rammelsberg (Kryst. Chem. 258) beschrieben worden. Sie gehören dem monoklinoëdrischen System an, und zeichnen sich durch die dunkle, scheinbar schwarze, in dünnen Platten aber deutlich bläulichrothe Farbe aus.

Die Lösung ist merkwürdig durch ihre Absorptionsverhältnisse; Brewster hat dieselben vor langem beschrieben (Pg. 37, 315); seitdem sind sie noch nicht Gegenstand näherer Untersuchung geworden. Ich habe auch hier Lösungen von verschiedener Dichtigkeit auf ihr Verhalten gegen das Licht geprüft.

Concentrirte Lösung ist schon in sehr dünnen Schichten undurchsichtig.

Verdünnte Lösungen. Das Spectrum zerfällt in zwei geschiedene Streifen, einen intensiveren rothen und einen schwächeren blauen. Betrachtet man daher durch das Prisma einen dünnen Gegenstand, die Schneide eines Messers, ein Reibhölzchen u. dgl., so sieht man zwei Bilder desselben, ein blaues und ein rothes; dasselbe nimmt man wahr, wenn man nach entfernteren Körpern von grösseren Dimensionen: Rauchfängen, Fenstergittern u. s. w. schaut. Mit dem Fernrohr untersucht treten neben den gewohnten Linien noch Absorptionslinien in grosser Anzahl auf. Es wurde dadurch schwer, die Linien richtig zu erkennen, da aber bei zunehmender Verdünnung die eigentlichen Absorptionslinien der Substanz immer mehr verschwinden, während die Fraunhofer'schen Linien sich behaupten, so gibt dies ein Mittel, bei sorgfältiger Beobachtung auch in concentrirten Lösungen sich zu orientiren.

1. Lösung. Dichte = 1.0244.

A = 44° 43'·5 D = 277° 57' R = 4° 37'.

ωa = 260° 22'	hieraus	μa = 1·3337
ωB = 260° 18'	„	μB = 1·3349
ωC = 260° 15'	„	μC = 1·3361
$\omega \beta$ = 259° 59'	„	$\mu \beta$ = 1·3415

(obere Grenze des blauen Streifens)

ωF = 259° 57'	„	μF = 1·3421
$\omega \beta'$ = 259° 53'	„	$\mu \beta'$ = 1·3433

(untere Grenze des blauen Streifens).

2. Lösung. Dichte = 1·0123.

A = 44° 44' D = 273° 0' R = 34° 55'.

ωa = 256° 52'	hieraus	μa = 1·3314
ωB = 256° 48'	„	μB = 1·3329

$\omega C = 256^{0}\ 44'$ hieraus $\mu C = 1{\cdot}3339$
$\omega \varrho = 256^{0}\ 39'$ „ $\mu \varrho = 1{\cdot}3358$
(untere Grenze des rothen Streifens)
$\omega \delta = 256^{0}\ 33'$ „ $\mu \delta = 1{\cdot}3363$
(grünblaue Grenze des blauen Streifens)
$\omega F = 256^{0}\ 27'$ „ $\mu F = 1{\cdot}3393$
$\omega i = 256^{0}\ 20'$ „ $\mu i = 1{\cdot}3419$
(untere Grenze des blauen Streifens).

3. Lösung. Dichte = 1·0042.
$A = 44^{0}\ 43'$ $D = 288^{0}\ 58'$ $R = 38^{0}\ 7'$.
$\omega B = 272^{0}\ 45'$ hieraus $\mu B = 1{\cdot}3301$
$\omega C = 272^{0}\ 41'$ „ $\mu C = 1{\cdot}3321$
$\omega D = 272^{0}\ 36'$ „ $\mu D = 1{\cdot}3333$
$\omega b = 272^{0}\ 29'$ „ $\mu b = 1{\cdot}3358$
$\omega F = 272^{0}\ 24'$ „ $\mu F = 1{\cdot}3374$
$\omega i = 272^{0}\ 16'$ „ $\mu i = 1{\cdot}3402$
(untere Grenze im Indigo).

Das Absorptionsvermögen der Substanz ist demnach noch immer deutlich wahrnehmbar, wenn Dichte und Brechungsvermögen der Lösungen fast schon mit dem des Wassers zusammenfallen.

Oxalsaures Chromoxyd-Amoniak.


$3\,AmO,\ C_2O_3 + CrO_3,\ 3\,C_2O_3 + 6\,HO.$

Von H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Ueber die Krystallform s. Ramm. Kryst. Chem., 259.

Concentrirte Lösung schon in Schichten von 1''' Dicke undurchsichtig.

Verdünnte Lösungen. Das Spectrum zerfällt auch hier in zwei getrennte Streifen, einen rothen und einen blauen. Neue Absorptionslinien treten vorzüglich im Roth in grosser Anzahl auf; doch sind die Linien a, B und C wohl zu unterscheiden; im Blau ist F frühzeitig sichtbar und erst bei beträchtlicher Verdünnung wird der Raum gegen das Grün hin hell und treten die Linien dieses Raumes deutlich in die Erscheinung.

Dichte = 1·0205.

A = 44° 41′ R = 316° 34′ D = 84° 0′

$\omega\varrho$ = 100° 40′	hieraus	$\mu\varrho$ = 1·3398		
(obere Grenze im Roth)				
$\omega\alpha$ = 100° 42′	„	$\mu\alpha$ = 1·3402		
ωB = 100° 46′	„	μB = 1·3415		
$\omega\varrho'$ = 100° 52′	„	$\mu\varrho'$ = 1·3433		
(untere Grenze im Roth)				
$\omega\beta$ = 101° 2′	„	$\mu\beta$ = 1·3465		
(obere Grenze im Blau)				
ωF = 101° 8′	„	μF = 1·3485		
$\omega\beta'$ = 101° 12′	„	$\mu\beta'$ = 1·3528.		
(untere Grenze im Blau).				

Oxalsaures Chromoxyd-Natron.


$3NaO, C_2O_3 + Cr_2O_3, 3C_2O_3 + 9HO.$

Von H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Ueber die Krystalle und das allgemeine Verhalten der Lösungen s. Oxalsaures Chromoxyd-Kali.

1. Lösung. Dichte = 1·1003.

Reichlich roth; unter C abgebrochen und alles Gelb, Grün und Grünblau bis über 6 hinaus absorbirt. Erst F ist wieder deutlich; doch sogleich hinter F nimmt die Absorption wieder rasch zu und zwischen F und G tritt Dunkelheit ein, etwa bei F $^1/_2$ G.

2. Lösung. Dichte 1·0009.

A = 44° 47′ D = 9° 22′ R = 106° 30′.

$\omega\alpha$ = 352° 39′	hieraus	$\mu\alpha$ = 1·3302
ωB = 352° 36′	„	μB = 1·3312
ωC = 352° 33′	„	μC = 1·3322
ωD = 352° 30′	„	μD = 1·3337
ωE = 352° 25′	„	μE = 1·3360
ωb = 352° 22′	„	μb = 1·3363
ωF = 352° 17′	„	μF = 1·3382
ωi = 352° 6′	„	μi = 1·3411.

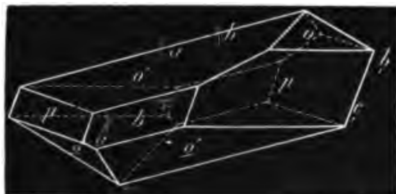
Oxalsaures Eisenoxyd-Kali.



$3KO, C_2O_3 + Fe_2O_3, 3C_2O_3 + 6HO.$

Von Herrn Philipp Weselsky in schönen Krystallen zur Untersuchung erhalten.

Fig. 92.



Nach den Messungen von Kopp monoklinoëdrisch. Die Combination ist immer nach der Richtung einer Hemipyramidenkante verzogen; die Winkel, welche an den mir vorliegenden Krystallen mit grosser Genauigkeit zu messen waren, sind:

		Kopp	Rammelsberg
'p b	= 45° 19'	45° 4'	
'p 'p'	= 89° 21'·5	89° 52'	89° 15'
'o b	= 69° 13'	69° 23'	69° 16'.

Die Flächen o fehlten fast durchaus; ebenso fand ich nirgends das Hemiorthodoma 'r deutlich spiegelnd, obschon es zuweilen in ziemlicher Breite die Kanten 'o 'o abstumpft.

Zur Untersuchung der chromatischen Verhältnisse wurde eine Platte parallel b, eine zweite senkrecht zur Axe a, eine dritte parallel zum Hemiorthodoma 'r angeschliffen.

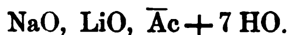
Platte parallel b.
(a) schön smaragdgrün.
(c) gelblich grün.
(a) > (c).

Platte parallel a.
(b) schwach smaragdgrün.
(c) grünlich gelb.
(b) > (c).

Platte parallel 'r.
(a) bläulich smaragdgrün.
(b) gelblich smaragdgrün.
(a) > (b).

Bei dickeren Schichten wird das Grünlichgelb des c immer mehr der grünlichen Beimischung verlustig, geht durch ein schmutziges Olivenbraun endlich in ein reines Braungelb über.

Essigsaures Lithion-Natron.



$NaO, LiO, \overline{A}c + 7\,HO.$

Von H. Prof. Schrötter zur Untersuchung erhalten.

Rhombisch. a : b = 1 : 0·6188.

Beobachtete Formen: a (100), b (010), p (110), c (001).

Sechsseitige kurze Säulen, welche zuweilen vollkommen regelmässiges Aussehen haben; im Innern derselben sieht man dann aber immer eine spiegelnde Zwillingsfläche. Meist aber sind die hemitropen Krystalle auch daran erkennbar, dass das Brachypinakoid, dessen ursprünglich paralleles Flächenpaar hier in einer Kante zum Durchschnitt kommt, faserig, rauh, eingebogen, unvollkommen ausgebildet ist; bei den einfachen Krystallen stehen diese Flächen einander gegenüber, hier sind sie benachbart.

Fig. 93.

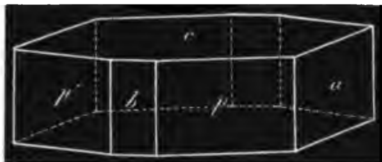
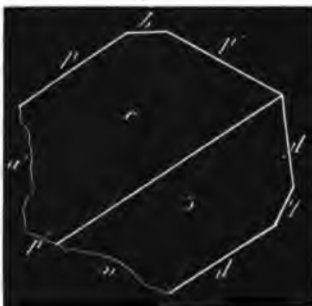


Fig. 94.



Gemessen wurde

pb = 31° 43'·5

'pb = 31° 46'·5

'pp = 63° 31'·6 = 2 (31° 45'·8).

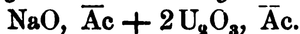
Die Flächen des Makropinakoides sind immer nur sehr schmal, oder fehlen ganz. Ausgezeichnet theilbar nach p.

Im Polarisationsinstrument zeigt sich die Stellung der Hauptschnitte der beiden Individuen um 60° verrückt.

Farblos. Glasglanz.

Wahrscheinlich ist das von Schabus (Best. der Krystallgest. etc. Wien, 1855, p. 45. Fig. 42) beschriebene essigsaure Lithion identisch mit der vorliegenden Verbindung.

Essigsaures Uranoxyd-Natron.



$NaO, \overline{A}c + 2\,U_2O_3, \overline{A}c.$

Tesseral. Nebst den bereits durch Rammelsberg (kryst. Chem. 299) angegebenen Flächen (Tetraëder und Dodekaëdre

ist auch noch das zweite Tetraëder als Abstumpfung der Dodekaëderecken zu beobachten.

Die Substanz fluorescirt ausgezeichnet, unter allen essigsauren Uranoxydverbindungen wächst die essigsaure Uranoxyd-Magnesia gewiss am kräftigsten. Die Fluorescenz beginnt im Blau mit gelblichgrünem Scheine, nimmt zu im Violett und ist noch eine beträchtliche Strecke (bis etwa K $^1/_2$ L) mit bläulich grünem Lichte sichtbar.

Essigsaure Magnesia.



$MgO, C_4H_3O_3 + 4HO.$

Dargestellt von Herrn Carl R. v. Hauer.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 0·7179 : 1 : 0·3900. AC = 86° 46′.

Beobachtete Formen: p (110), ′o (111), c (001), b (010).

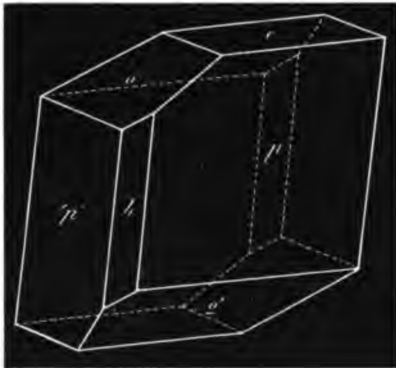


Fig. 95.



Fig. 96.

Schöne Drusen von schiefen Säulen p, welche durch die Flächen des Hemiprisma o einseitig abgeschnitten sind; zuweilen durch das Klinopinakoid abgestumpft, jedoch nie so, dass letzteres vorherrscht. Häufig tritt hiezu noch die Schiefendfläche c, und durch das Zurücktreten von o und b erzeugen sich dann rhomboëderähnliche Formen. Zur Vergleichung setze ich die von Rammelsberg (Pg. 90, 29) am isomorphen essigsauren Nickeloxyd beobachteten Winkel bei.

	Berechnet:	Beobachtet:	(Rammelsberg)
oo'	= 141° 13'		
'pp		108° 20'*	108° 28'
pp'	= 71° 40'	71° 38'	
pb	= 54° 10'		
'ob	= 70° 36'·5		
'oc	= 34° 44'		36° 11'
'o' o'	= 38° 47'	38° 47'*	40° 24'
'o 'p		58° 30'*	
'op	= 97° 41'	97° 38'	
c'p	= 92° 37'		
bc	= 90°		
'pc	= 87° 23'.		

Die Krystalle sind sehr zerfliesslich, und zwar sind die Flächen des Hemiprisma o empfindlicher als die des aufrechten Prisma p. Die Messungen an verschiedenen Krystallen zeigten, sobald diese nur frisch und glänzend waren, Uebereinstimmung innerhalb einer Grenze von ± 15'. Die Endfläche c wurde aus dem Zonenzusammenhange bestimmt, da sie den Zonen po und p' o' gemeinsam ist.

Die Krystalle der essigsauren Magnesia wurden durch v. Zepharovich nach einer annähernden Messung im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt 1855, 1, 138 beschrieben. Da der damaligen Untersuchung nur sehr unvollkommene Objecte zu Gebote standen, konnten auch nur approximative Resultate gewonnen werden.

Optisches Verhalten.

Lösung. Das grosse Bestreben, Wasser anzuziehen, machte die Untersuchung der Concentration der Lösung misslich; es wurde daher eine grössere Reihe von Beobachtungen angestellt. Das Salz wurde 12 Stunden unter dem Exsiccator gelassen; die Schwefelsäure wurde jedoch verdünnt und nur eben so viel genommen, um den Boden der Schale zu bedecken; die Substanz aber in grösserer Menge darüber gebracht. So gelang es, ein lufttrockenes Salz zu erhalten. Die Beobachtungen nahmen die Zeit mehrerer Tage in Anspruch; die Temperatur wechselte dabei zwischen 17° und 25° C. Da die gefundenen

Grössen zu schwankend sind, um aus ihnen auf den Einfluss der Temperatur einen giltigen Schluss ziehen zu können, so wurde auch aus den Temperaturen endlich einfach das arithmetische Mittel genommen.

Trockene Substanz.	Wasser.	Verhältniss.	Dichte.	Temperatur.
6·6232	10·6931	1·6145	1·2673	18°
7·9001	12·9128	1·6345	1·2641	19°
12·5519	20·0855	1·6002	1·2690	22°
10·3728	16·3983	1·5809	1·2710	24°
2·6013	4·1617	1·5999	1·2701	24°
9·8761	16·1237	1·6326	1·2640	20°
10·5512	17·0601	1·6168	1·2681	20°
5·3291	8·5799	1·6100	1·2680	20°
3·0010	4·8397	1·6127	1·2678	17°
2·4221	3·9315	1·6232	1·2655	19°
3·3298	5·4726	1·6435	1·2640	20°
3·7848	6·0549	1·6000	1·2700	22°
7·6111	12·1717	1·5992	1·2698	19°
1·1045	1·7980	1·6279	1·2651	19°
2·4034	3·8879	1·6177	1·2666	22°
10·0271	16·1758	1·6132	1·2670	25°
8·9387	14·4119	1·6123	1·2681	24°
		1·6141	1·2675	20°·8

Die Lösung ist, wie auch die krystallisirte Substanz, wasserhell, höchstens mit einem kaum merklichen Stich ins Bräunlichgelbe. Sie ist etwas dickflüssig, so dass es einer Weile bedarf, bis alles so im Gleichgewichte ist, dass die Linien des Spectrums sichtbar werden; anfangs ist sie von Schlieren und Fäden ganz erfüllt und verworren wie concentrirte Zuckerlösung. Die Linien im Roth waren überhaupt nicht ganz deutlich zu erhalten.

$A = 44^{\circ}\, 45'{\cdot}5 \qquad R = 21^{\circ}\, 12' \qquad D = 270^{\circ}\, 50'.$

$\omega\varrho = 250^{\circ}\, 31'$ hieraus $\mu\varrho = 1{\cdot}4121$

(obere Grenze des Roth)

$\omega D = 250^{\circ}\, 18'$ „ $\mu D = 1{\cdot}4163$

$\omega E = 250^{\circ}\, 10'$ „ $\mu E = 1{\cdot}4189$

$\omega F = 250^{0}\ 2'$ hieraus $\mu F = 1{\cdot}4215$
$\omega G = 249^{0}\ 47'$ „ $\mu G = 1{\cdot}4264$
$\omega v = 249^{0}\ 30'$ „ $\mu v = 1{\cdot}4319$
(untere Grenze des Violett).

Verdünnte Lösung. Gleiche Volumtheile der ersten concentrirten Lösung (Dichte = 1·2673) und destillirten Wassers gaben eine Flüssigkeit von der Dichte = 1·1328, 22° C.

$A = 44^{0}\ 48'{\cdot}5$ $R = 317^{0}\ 51'$ $D = 209^{0}\ 22'.5.$

$\omega \varrho = 191^{0}\ 5'$ hieraus $\mu \varrho = 1{\cdot}3709$
$\omega D = 190^{0}\ 53'$ „ $\mu D = 1{\cdot}3748$
$\omega E = 190^{0}\ 46'{\cdot}5$ „ $\mu E = 1{\cdot}3770$
$\omega b = 190^{0}\ 44'$ „ $\mu b = 1{\cdot}3778$
$\omega F = 190^{0}\ 39'$ „ $\mu F = 1{\cdot}3795$
$\omega G = 190^{0}\ 25'$ „ $\mu G = 1{\cdot}3841$
$\omega v = 190^{0}\ 17'$ „ $\mu v = 1{\cdot}3868$

Ein Volumtheil der Lösung D = 1·2673 und zwei Volumtheile Wasser gaben eine Flüssigkeit von der Dichte 1·0941 bei 22° C.

Essigsaures Kupferoxyd.

Kommt krystallisirt mit einem und mit fünf Aequivalenten Wasser vor; die Krystalle der ersteren Art, $CuO, \bar{A} + HO$ sind durch Brooke als monoklinoëdrisch bestimmt worden (Ramm. Kr. Ch. 296) und bedürften nach den abweichenden Messungen Bernhardis (Schwgg. Journ. 4, 23) einer Revision: ich konnte aber keine so vollkommenen Exemplare erhalten, wie sie zu diesem Zwecke erforderlich sind; die der zweiten Art, $CuO, \bar{A} + 5HO$ hat G. Rose beschrieben: sie sind rhombisch und zeigen die Combination p (110), q (011), r (101), c (001); durch H. Dudkievicz erhielt ich einen ausgezeichneten Krystall, an welchem folgende Winkel bestimmt wurden:

	Berechnet: (s. G. Rose in Ramm. 297)	G. Rose	Beobachtet:
pp′		64° 30′	64° 31′
p′p	115° 30′		115° 29′
qq′	60° 6′	60° 6′	
q$\underline{q}$′	119° 54′		
qc	30° 3′		

	Berechnet:		Beobachtet:
'rr	85° 2'		85° 0'
'rr	94° 58'		94° 50'
r$\bar{c}$	42° 31'		
pq		74° 30'	
pr	55° 8'		55° 0'·5
qr	50° 21'.		

Lösung. Concentrirte Lösung absorbirt Roth und Gelb vollständig; bei der Verdünnung nimmt das Spectrum gegen Roth hin nur sehr langsam zu und eine geringe Menge der Substanz genügt, um die oberen Theile des Spectrums auszulöschen.

1. Lösung. Concentrirt. Dichte = 1·0408.

K = 44° 44' D = 272° 43' R = 161° 34'.

$\omega\gamma$ = 289° 27' hieraus $\mu\gamma$ = 1·3414

(obere Grenze im Grün)

ωE = 289° 37'·5	„	μE = 1·3451
ωb = 289° 40'	„	μb = 1·3459
ωF = 289° 42'	„	μF = 1·3465
ωG = 289° 52'·5	„	μG = 1·3501
ωv = 290° 0'	„	μv = 1·3528

(untere Grenze im Violett).

2. Lösung. Verdünnt: gleiche Theile concentrirter Lösung und Wassers. Dichte = 1·0208. Das ganze Spectrum heller: an der Grenze gegen Roth kaum merklich über D vorgerückt

A = 44° 45' D = 257° 8' R = 23° 57'.

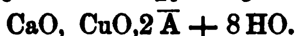
ωD = 240° 33'	hieraus	μD = 1·3392
ωE = 240° 26'	„	μE = 1·3404
ωb = 240° 23'·5	„	μb = 1·3411
ωF = 240° 20'	„	μF = 1·3423
ωG = 240° 8'	„	μG = 1·3460
ωv = 240° 0'	„	μv = 1·3491

(untere Grenze im Violett).

Jamin (Beer Einl. in die h. Optik 417) hat den mittleren Brechungsexponenten der gesättigten Lösung = 1·333, die Reflexion negativ gefunden. Da aber der mittlere Brechungsexponent des distellirten Wassers schon zwischen 1·333577

und 1·335851 liegt, so kann die Abweichung seines Resultates nur in der minder genauen Beobachtungsmethode begründet sein.

Essigsaurer Kupferoxyd-Kalk.



$CaO, CuO, 2\bar{A} + 8HO.$

Krystallisirt quadratisch, Schabus. Ist optisch positiv, Beer.

Besitzt nach Beer keinen deutlichen Dichroismus; die beiden Bilder aber, die ein Prisma mit sehr scharfer brechender Kante liefert, zeigen O etwas reicher an Grün als E.

Es wurden zwei Prismen geschliffen, welche sehr reine Bilder gaben, wenn sich gleich die Fraunhofer'schen Linien damit nicht wahrnehmen lassen. Ihre Stelle im Spectrum wurde schätzungsweise bestimmt; es wurde auf's Minimum der Ablenkung eingestellt.

$A = 28^0\ 45'$ $D = 124^0\ 18'$.

	E		
	$\omega E = 111^0\ 10'$	hieraus	$\mu E = 1·4396$
	$\omega \gamma = 111^0\ 4'$	„	$\mu \gamma = 1·4430$
(Grenze im Grün-Blau)			
	$\omega F = 110^0\ 56'$	„	$\mu F = 1·4473$
	$\omega v = 110^0\ 40'$	„	$\mu v = 1·4560$
	O		
	$\omega E = 109^0\ 55'$	„	$\mu E = 1·4860$
	$\omega \gamma = 109^0\ 47'$	„	$\mu \gamma = 1·4849$
	$\omega F = 109^0\ 40'$	„	$\mu F = 1·4887$
	$\omega v = 109^0\ 24'$	„	$\mu v = 1·4975$

Essigsaures Uranoxyd-Ammoniak.



$AmO, \bar{A} + 2(U_2O_3, \bar{A}) + 5HO.$

Quadratisch. a : c = 1 : 2·0809.

Beobachtete Formen: 0 (111), p (110).

Die Krystalle sind gewöhnlich in der Richtung der Säulenaxe verlängert.

	Berechnet:	Beobachtet:
op	=	$25^0\ 4C'$
oo'	= $79^0\ 11'$	

	Berechnet:	Beobachtet:
$o\underline{o}$	$= 51^\circ\ 20'$	
$p\bar{p}'$	$= 90^\circ\ 0'$	$90^\circ\ 0'$.

Fig. 97.

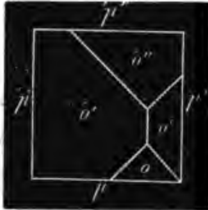
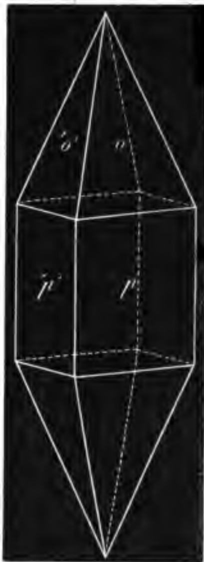


Fig. 98.



Prismen und Pyramidenflächen sind parallel den horizontalen Combinationskanten gestreift; zuweilen ist die Streifung so tief, dass auch ohne Loupe die Wiederholung der Individuen sichtbar wird. Durch das Vorwiegen eines parallelen Paares des Prisma werden die Krystalle oft plattenförmig, und es kann sein, dass an einem Ende zwei Pyramidenspitzen neben einander entwickelt sind, während das andere eine breite Zuschärfung durch die Ausbildung zweier opponirter Pyramidenflächen trägt und nur ein, wenn auch verzogenes Individuum repräsentirt. — Theilbar nach a. Glasglanz.

Optisches Verhalten.

Die Farbe schwefelgelb und zwar gleichmässig für das ordentliche und ausserordentliche Bild der dichroskopischen Loupe; also kein Dichroismus. Gleichwohl Verschiedenheit in der Absorption: das ordinäre Bild weniger klar und leuchtend als das extraordinäre, also $o > e$.

Fluorescirt; am meisten zwischen F und G, meergrün; im Violett smaragdgrün; jenseits Violett gelbgrün. Doch ist die Fluorescenz an Intensität nicht zu vergleichen der analogen Erscheinung, welche an den Platincyanverbindungen wahrgenommen wird. Auch konnte in dem Lichte der Fluorescenz kein beträchtliches Vorwiegen des ordinären gegen das extraordinäre Bild, oder umgekehrt, beobachtet werden; man findet zwar zuweilen bei breit zugeschärften Krystallen etwas stärkere Fluorescenz entsprechend der gegen die Zuschärfungskante senkrecht gerichteten Vibrationen, als entsprechend den Schwingungen, die parallel mit der Zuschärfungskante geschehen: hier aber ist offenbar nur die dickere Körperschicht Veranlassung der Differenz.

Essigsaurer Uranoxyd-Kalk.



$CaO, \bar{A} + 2U_2O_3, \bar{A} + HO.$

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·9798 : 0·3890.

Beobachtete Formen: o (111), p (110), o^3 (331), $o^{5/3}$ (531), r^2 (201), a (100), b (010), c (001), $p^{5/3}$ (530).

Ausgezeichnete, sehr flächenreiche Combinationen. Gewöhnlich sind die Enden nicht gleichmässig ausgebildet, sondern durch unverhältnissmässige Vergrösserung einzelner Flächen scheinbar unsymmetrisch entwickelt. Vorherrschend sind die Zonen c o o^3 p, c o′ $o^{3\prime}$ p′; in diesen wieder die Flächen der Grundpyramide, des verticalen Prisma und der Basis: o^3 tritt immer nur als schmale Facette in den Kanten o p auf. Ausser diesen Zonen werden noch folgende beobachtet:

Fig. 99.

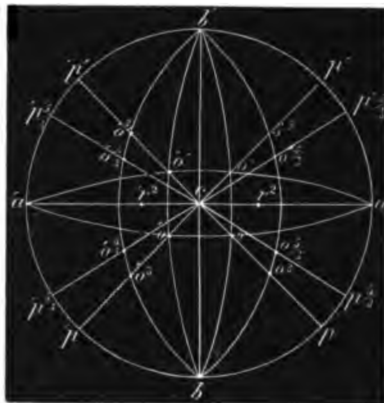


Fig. 100.



$a\, r^2\, c\, 'r^2\, 'a$
$a\, o^{5/3}\, o^3\, 'o^3\, 'o^{5/3}\, a'$
$p^{5/3}\, o^{5/3}\, c\, 'o'^{5/3}\, 'p'^{5/3}$
$p\, p^{5/3}\, b.$

Nach diesen Verhältnissen wurden, nachdem o als Grundform gewählt worden, die Indices wie sie oben angeführt sind, ermittelt.

	Berechnet:	Beobachtet:
'p p		80° 50′ *
p p′	91° 10′	

	Berechnet:	Beobachtet:
p a	45° 35′	45° 30′
p b	44° 25′	
p c	90° 0′	89° 50′
o o′		40° 40′ *
o ‘o	39° 48′	39° 16′
o ‘o′	122° 10′	
$o\,\bar{a}$	70° 6′	
o b	69° 40′	
o c	28° 55′	28° 55′
o p	61° 5′	
o ‘p	89° 34′	
o ‘p′	118° 55′	
o p′	90° 26′	
r^2 ‘r^2	75° 46′	
r ‘r^2	104° 14′	
$\overline{r^2 p}$	64° 33′	65° 0′ circa
r^2 ‘p	115° 34′	
r^2 o	26° 0′	
r^2 ‘o	61° 7′	
r^2 c	37° 53′	
$o^3 o'^3$	75° 32′	
o^3 ‘o^3	73° 42′	
o^3 ‘o'^3	118° 6′	
o^3 c	59° 3′	
o^3 p	30° 57′	31° 3′
o^3 o	30° 8′	30° 2′
o^3 o′	63° 47′	
$o^3 r^2$	39° 13	
o^3 ‘r^2	87° 52′	
$o^{5/3} o'^{5/3}$	57° 10′	
$o^{5/3}$ ‘$o^{5/3}$	102° 42′	
$o^{5/3}$ ‘$o'^{5/3}$	132° 40′	
$o^{5/3}$ c	66° 16′	65° 30′ circa
$o^{5/3}$ o	38° 35′	
$o^{5/3} o^3$	14° 25′	
$o^{5/3}$ p	37° 23′	
$o^{5/3} p^{5/3}$	23° 44′	
$o^{5/3}$ a	38° 39′	

Beobachtet:

$o^{5/3}b$	65° 4′
$p^{5/3}p^{5/3}$	62° 58′
$pp^{5/3}$	31° 29′

Theilbarkeit nicht deutlich.

Gewöhnlich die Rhombenpyramide o und die Endfläche c vorherrschend, wodurch ziemlich flache linsenförmige Krystalle entstehen; die sämmtlichen übrigen Flächen sind immer nur untergeordnet.

Optisches Verhalten. Körperfarbe ein klares Gelb, ohne Beimengung von Grün oder Orange. In der dichroskopischen Loupe durchaus isochromatisch.

Fluorescirt mit grünlich-blauem Schimmer von Blau aufwärts.

Essigsaures Uranoxyd-Strontian.



$SrO,\ AcO_3 + 2(U_2O_3,\ AcO_3) + 6HO.$

Dargestellt durch Herrn Ph. Weselsky.

Quadratisch, sphenoidisch hemiëdrisch. a : c = 1 : 0·3887.

Beobachtete Formen: 0 (111), ${}^{10}0^{10/3}$ (30103), p (110). —

Fig. 101.

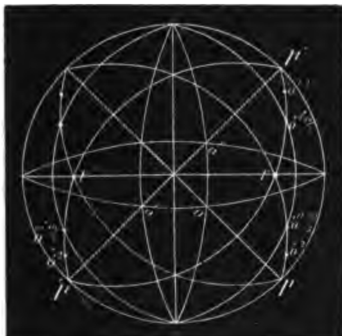
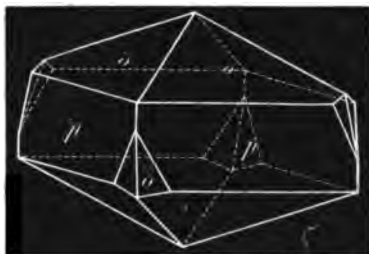


Fig. 102.



Quadratische Pyramiden, mit gerade abgestumpften Basiskanten. Die abwechselnden Basisecken tragen die zu einem quadratischen Skalenoëder gehörigen Flächenpaare; ausserdem scheint auch ein Sphenoid in den Ecken, welche durch das Zusammenstossen der Pyramiden- und Skalenoëder Polkanten entstehen, vorhanden zu sein: doch ist die Abstumpfung nicht

deutlich genug, um von einer Abrundung unterschieden werden zu können.

	Berechnet:	Beobachtet:
$111\ \bar{1}11 =$		39° 50′*
$111\ \bar{1}\bar{1}1 =$	57° 36′	57° 20′
$111\ 11\bar{1} =$	122° 24′	
$111\ \bar{1}1\bar{1} =$	140° 10′	
$111\ 110 =$	61° 12′	60° 50′
$111\ \bar{1}10 =$	90° 0′	
$111\ \bar{1}1\bar{0} =$	118° 48′	
$(30\ 10\ 3)\ (30\ \overline{10}\ 3) =$	35° 46′	35° 46′
$(30\ 10\ 3)\ (\overline{30}\ 10\ 3) =$	134° 14′	
$(30\ 10\ 3)\ (\overline{30}\ \overline{10}\ 3) =$	152° 24′	
$30\ 10\ 3\ 110 =$	29° 40′	29° 28′
$30\ 10\ 3\ \bar{1}10 =$	64° 15′	
$30\ 10\ 3\ 1\bar{1}0 =$	115° 45′	
$30\ 10\ 3\ \bar{1}\bar{1}0 =$	150° 20′	
$(30\ 10\ 3)\ (10\ 30\ \bar{3}) =$	58° 20′	
$(30\ 10\ 3)\ (\overline{10}\ 30\ \bar{3}) =$	93° 18′	
$(30\ 10\ 3)\ (10\ \overline{30}\ \bar{3}) =$	93° 18′	
$(30\ 10\ 3)\ (\overline{10}\ \overline{30}\ \bar{3}) =$	128° 35′.	

Die Flächen der Pyramide und des Skalenoëders spiegeln gut: die ersteren zeigen Streifungen parallel derjenigen Polkante, welche nicht durch die Skalenoëderkante getroffen wird. Reichlich gestreift, parallel den aufrechten Kanten, sind die Flächen des quadratischen Prisma: diese tragen oft neben den Streifen noch eine starkausgeprägte Diagonallinie, welche einem zweiten Skalenoëder mit sehr stumpfen Basiskanten anzugehören scheint. Näherungsweise wurde gefunden

$$hkl\ hk\bar{l} = 2^0\ 10'$$
$$hkl\ \bar{h}kl = 88^0$$
$$hkl\ \bar{h}kl = 90^0\ 10'$$

Essigsaure Uranoxyd-Magnesia.



$$MgO,\ AcO_3 + 2(U_2O_3,\ AcO_3) + 10HO.$$

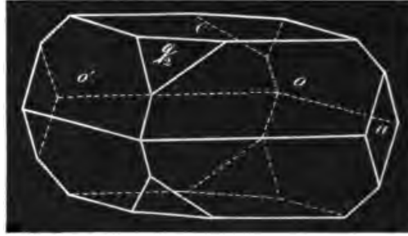
Durch Herrn Ph. Weselsky aus der heissgesättigten Lösung erhalten.

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·9016 : 0·9923.

Beobachtete Formen: o (111), a (100), c (001), $q/_2$ (012).

Gewöhnlich die rhombische Pyramide mit der Endfläche; nicht selten sind jedoch die spitzen Basisecken durch das Brachypinakoid abgestutzt. Auf die brachydiagonalen Kanten gerade aufgesetzt die Flächen eines zweimal stumpferen Makrodoma.

Fig. 103.

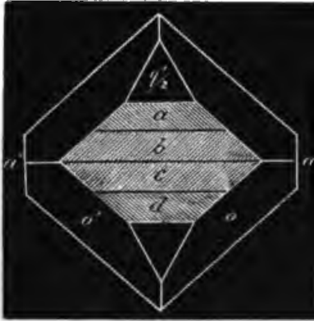


	Berechnet:	Beobachtet:
'o o		67° 12'*
o c		56° 6'*
o 'o'	112° 12'	
o o'	76° 27'	77°
o 'o'	67° 48'	67° 30'
o a	56° 24'	
o b	51° 47'	
o 'a	123° 36'	
$q/_2$ $q'/_2$	121° 58'	121° 49'
$q/_2$ c	29° 1'	29° 20'
$q/_2$ o	38° 1'	
$q/_2$ o'	79° 11'	
$q/_2$ a	90° 0'	
$q/_2$ $q'/_2$	58° 2'	
a c	90°	89° 55'

Die Flächen sind eben, spiegeln aber wie bei den meisten gelben Uransalzen überhaupt, schlecht. Die geringe Differenz zwischen der Länge der Makrodiagonale und der aufrechten Axe liess bei der Unsicherheit der Messungen fast vermuthen, dass das Krystallsystem das pyramidale sei; dem widerspricht entschieden der Charakter der Combination durch das Auftreten der Flächen des Makrodoma.

Die Endfläche ist fast immer deutlich gestreift; die Streifen laufen dann einer Combinationskante der rhombischen Pyramide mit der Endfläche parallel. Nicht selten wiederholt sich diese

Fig. 104.



Streifung: die Endfläche erscheint durch 3 mit der Makrodiagonale parallele Linien in 4 Streifen oder Felder getheilt; nennen wir diese Felder der Reihe nach a, b, c, d (so dass a und d dem Makrodoma anliegen, b und c aber den centralen Theil bilden), so ist

a parallel d }
b parallel c } gestreift.

Beruht diese Streifung, wie es höchst wahrscheinlich ist, auf faseriger hemitroper Bildung, so muss wegen der scharfen Ausprägung der Mittellinie a und b, c und d zusammen gehörig und die Mittellinie als die Trace einer Zwillingsfläche betrachtet werden: in jeder der beiden Partien ist dann die Hemitropie wiederholt, indem b eine Drehung um 180° gegen a, d eine Drehung um 180° gegen c zeigt.

Essigsaure Uranoxyd-Magnesia.



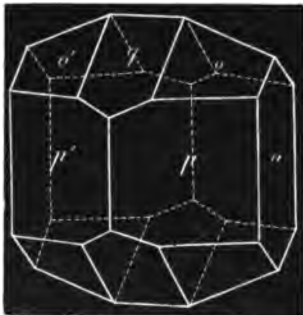
$$MgO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6HO.$$

Aus der kalt gesättigten Lösung von Herrn Ph. Weselsky erhalten.

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·6042 : 0·3960.

Beobachtete Formen: a (100), p (110), o (111), q (011).

Fig. 105.

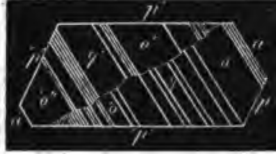


Krystallisirt in sechsseitigen Säulen, gebildet durch die Flächen des verticalen Prisma und des Brachypinakoides. Die Flächen des verticalen Prisma kommen in verschiedener Ausbildung vor: bald herrscht ein paralleles Paar gegen das andere und das Pinakoid so entschieden vor, dass die Krystalle plattenförmig nach der Richtung dieses Paares werden; bald tritt ein paralleles Paar gegen das andere Paar und das Pinakoid zurück, so dass der Querschnitt unregelmässig rhombisch wird; bald treten zwei

Fig. 106.



Fig. 107.



an einer makrodiagonalen Ecke befindliche Prismenflächen gegen die beiden andern zurück und es entsteht ein dreieckiger Querschnitt. Die Flächen der Pyramide o kommen auch unregelmässig ausgebildet vor, so dass durch die Vergrösserung der Flächen p, 'p', o, o' die Combinationen scheinbar hemiprismatisch werden.

	Berechnet:	Beobachtet:	Rammelsberg:
o o'		52° 30' *	
o 'o	38° 34'		
o'o'	113° 30'		
o a	70° 43'	72° 0' circa	67° 6'
o b	63° 45'		
p p'	106° 30'		
p 'p	73° 30'		107° 0'
p a		53° 15' *	53° 30'
p o	56° 30'		
p q	63° 57'	83° 30'	
q' q	66° 30'	66° 30'	
q a	90°		
q b	56° 45'		
q o	19° 53'		
q o'	72° 21'.		

Die Flächen der Zone o q' o sind parallel der Zonenrichtung gestreift und die Streifung wird meist so stark, dass es unmöglich ist, eine sichere Messung auszuführen. Zudem verwittern die Krystalle sehr rasch und müssen sorgfältig vor Erwärmung durch den Athem, durch die Berührung mit den Fingern u. s. w. bewahrt werden.

Die Axen b und c verhalten sich nahe wie 6 : 4; man könnte daher, wenn man Naumann's rhombotype Pyramide zugeben wollte, die Krystalle als hemiëdrische pyramidale Combinationen mit der aufrechten Axe a betrachten. Darüber aber entscheidet die optische Untersuchung. Die Hauptaxe der Prismen ist erste Mittellinie; der makrodiagonale Hauptschnitt die

Axenebene, der Charakter negativ. Scheinbarer Axenwinkel 12°; Axenwinkel für Roth grösser als für Violett.

Ausgezeichnet fluorescirend! Fast wie $CaPtCy_2$ oder $KCaPt_2Cy_4$: smaragdgrün, mit etwas bläulichem Scheine; im Spectrum wächst jedoch die Fluorescenz nicht so weit in's Ultraviolett, wie bei den Platinverbindungen.

Essigsaures Chromoxyd-Uranoxyd.



$Cr_2O_3, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + xHO.$

Durch Herrn Philipp Weselsky dargestellt.

Rhombisch.

Beobachtete Formen: p (110), a (100), b (010), o (111), q (011), r (101).

Dünne Prismen, entstanden durch die Vergrösserung des Makropinakoides b. Zu beiden Seiten die Zuschärfung p, die durch die Brachypinakoidflächen abgestumpft ist. Die Makropinakoid- und Prismenflächen sind durch öftere Wiederholung stark, oft gestreift und abgerundet. Die Enden werden gebildet durch die Makro- und Brachydomenflächen; ausserdem finden sich auf p gerade aufgesetzt die Flächen einer rhombischen Pyramide o. Die Enden des Krystalles zeigen immer unverhältnissmässige Verziehungen einzelner Domenflächen, ohne dass sich ein bestimmtes, constantes Vorwalten der einen oder der anderen angeben liesse.

Keine deutliche Theilbarkeit. Die Krystalle sind mürbe und brüchig. Die Oberflächen spiegeln sehr stark, sind dabei aber immer stark uneben und gebrochen, weshalb ich Bedenken trage, meine Messungen hier anzuführen.

Ausgezeichnet sind die Farbenverhältnisse dieser Substanz.

Die Lösung ist in dünnen Schichten hellsaftgrün, wird bei zunehmender Dicke der Schichten oder bei wechselnder Concentration dunkelgrün, fast undurchsichtig; endlich braun und dunkelrubinroth. Das Rubinroth wird nur dann schön beobachtet, wenn eine starke Flamme oder das directe Sonnenlicht angewendet wird.

Vor der dichroskopischen Loupe zeigten die Krystalle in dünnen Plättchen von nicht über 0·2 Millimeter Dicke ein schönes Smaragdgrün: doch ist (a) > (c). Ueberschreiten die Plättchen die angegebene Dicke, so nimmt man im Bilde für (a) dunkelrothe Streifen wahr, welche den durch die oben beschriebene Krystallstreifung hervorgebrachten dickeren linearen Schichtungen ihre Entstehung danken; bei einer Dicke von 0·4 Millimeter ist nämlich schon das ganze Bild (a) dunkelnelkenbraun, während (c) ein dunkles Smaragdgrün untermischt mit schönen braunrothen Linien zeigt. Uebersteigt die Dicke 0·4 Millimeter, so wird (a) dunkelrubinroth und bald ganz unsichtbar; (c) wird nelkenbraun, dunkelrubinroth und endlich auch unsichtbar.

Besonders schön ist die Erscheinung, wenn man einen Krystall von 0·4 Millimeter Dicke vor die quadratische Oeffnung der Loupe bringt, so dass alles Seitenlicht abgehalten wird, und dann direct in die Sonne sieht: es sind zwei herrlich gefärbte tiefgesättigte Bilder, das eine smaragdgrün, das andere rubinroth.

Man hat somit allgemein (a) > (c); und mit fortschreitender Dicke

(a)	(c)
hellsmaragdgrün	hellsmaragdgrün
dunkelsmaragdgrün	hellsmaragdgrün
dunkel blassgrün	hellsmaragdgrün
schmutzig braun	dunkelsmaragdgrün
nelkenbraun	dunkelsmaragdgrün
rubinroth	dunkelsmaragdgrün
rubinroth	dunkeles blassgrün
tiefrubinroth	schmutzig braun
tiefrubinroth	nelkenbraun
schwarz	rubinroth
schwarz	tiefrubinroth
schwarz	schwarz.

Essigsaures Uranoxyd-Nickeloxyd.


$NiO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7HO.$

Von Herrn Ph. Weselsky in Prof. Schrötters Laboratorium dargestellt.

Rhombisch. $a : b : c = 1 : 0{\cdot}9494 : 0{\cdot}8671$.

Beobachtete Formen: a (100), c (001), o (111), q^n (0n1), p (110).

Rhombische Pyramiden, zuweilen vorherrschend; meist gewinnen aber die Krystalle durch die Vergrösserung der Endfläche c ein tafelförmiges Aussehen. Das Brachypinakoid a kommt vor oder fehlt, herrscht jedoch nie vor; das Prisma p ist selten und findet sich immer nur als schmale Abstumpfung der brachydiagonalen Kanten grösserer Krystalle; noch seltener wird das Makrodoma q^n beobachtet, das selbst an viel grösseren Krystallen fehlt, zuweilen auch nur einseitig ausgebildet vorkommt.

Fig 108.

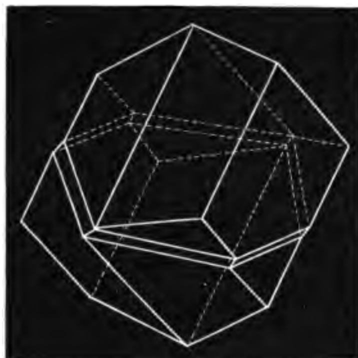
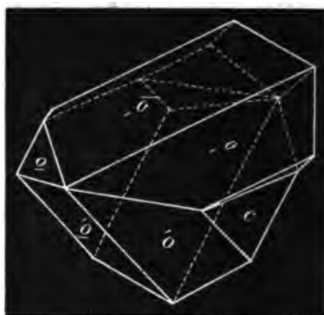


Fig. 109.



	Berechnet:	Beobachtet:	Beobachtet: *)
o p		32° 38′ *	32° 50′
o c	57° 22′	57° 21′	57° 20′
o o	69° 19′	69° 9′	69° 30′
$o' \overline{o}$	76° 54′		76° 20′
o′o′	114° 44′		
o o′	65° 16′	65° 46′·5	66° 0′
o a		51° 32′ *	51° 20′
a c	90° 0′	89° 58′	
a p	42° 24′.		

Die Pyramidenflächen spiegeln ausgezeichnet mit Glasglanz; zuweilen sind sie parallel der brachydiagonalen Kante gestreift. Die Fläche c ist verkrümmt und zeichnet sich durch seinen deutlichen Perlmutterglanz aus. Die Flächen des

*) Diese Beobachtungen wurden an Krystallen gemacht, die später nach derselben Methode bereitet wurden.

Prisma q^n sind immer nur sehr klein, und obschon sie gut spiegeln, konnte doch kein Krystall gefunden werden, der neben ihnen noch eine brauchbare Fläche zur Messung geboten hätte: näherungsweise wurde durch blosses Spiegeln der Flächen, ohne sichtbares Fadenkreuz, $q^n a = 23^0$ gefunden; diess lässt es unsicher, ob q^n zum zweifach oder dreifach stumpferen Prisma gehört, da

$$q^2 a = 27^0\ 46'$$
$$q^3 a = 19^0\ 41'{\cdot}5.$$

Fig. 110.

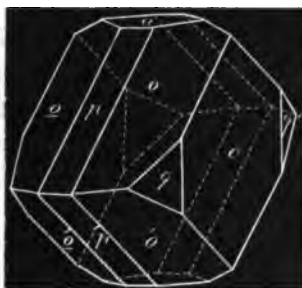
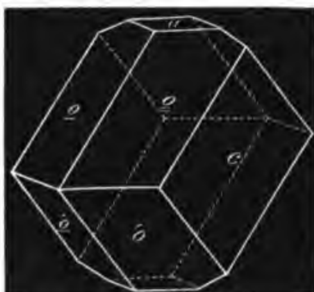


Fig. 111.



Optisches Verhalten.

Lösung. Die concentrirte Lösung enthält bei 21° C
4·230 feste Substanz
14·813 Wasser.

Diess gibt ein Verhältniss von 1 : 3.502, also nahezu genau 10 Theile Substanz auf 35 Theile Wasser.

Die Dichtigkeit der Lösung wurde = 1·7046 gefunden.

Das Spectrum zeigt Roth bis nahe an C fast völlig absorbirt, ebenso konnte es kaum über G hinaus wahrgenommen werden.

A = 44° 44′ R = 130° 59′ D = 351° 30′.

ωC = 327° 4′	hieraus	μC = 1·4620
ωD = 326° 57′	„	μD = 1·4638
ωE = 326° 44′	„	μE = 1·4663
ωb = 336° 40′	„	μb = 1·4681
ωF = 326° 30′	„	μF = 1·4690
ωG = 326° 16′	„	μG = 1·4743

Krystalle. Smaragdgrün, die Fläche C durch den Perlmutterglanz weisslich grün im reflectirten Lichte. Mit dichrosko-

pischer Loupe untersucht zeigen die Axenfarben nur geringe Unterschiede, doch ist (c) mehr absorbirt als (a) und (b).

Fluorescenz nicht merkbar.

Essigsaures Uranoxyd-Cobaltoxyd.



$CoO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7 HO.$

Durch Herrn Philipp Weselsky in Prof. Schrötters Laboratorium dargestellt.

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·9580 : 0·8668.

Beobachtete Formen: a (100), c (001), o (111), q (011).

Isomorph dem essigsauren Uranoxydnickeloxyd; die Flächen des Doma q^n konnten nicht beobachtet werden; deutlicher tritt das Prisma p auf, in der Regel merklicher als an den Krystallen der Nickelverbindung.

	Berechnet:	Beobachtet:
o p =	32° 50′	
o c =	57° 10′	
o o′ =		65° 40′ *
o o =	68° 56′	69° 0′
$\overline{o'o}$ =	77° 26′	
o a =		51° 17′ *
a c =	90° 0′	
a p =	42° 8′.	

Die Beschaffenheit der Flächen wie an der isomorphen Nickelverbindung. Die Fläche c zeigt sich oft gebrochen in einer diagonalen Kante: zuweilen a statt in einer in vier solchen Kanten, welche die Mittelpunkte der Combinationskanten von o und c verbinden: es hat das Aussehen, als wären die Flächen zweier sehr stumpfen Domen auf a aufgesetzt.

Optisches Verhalten.

Lösung. Die concentrirte Lösung enthält auf 37·693 Gewichtstheile Wasser 9·900 Gewichtstheile feste Substanz; diess gibt ein Verhältniss von 3·807 : 1, also nahezu genau 38 Theile Wasser auf 10 Theile Substanz.

Die Dichtigkeit wurde gleich 1·1421 gefunden. Concentration und Dichtigkeit bei 21° C.

Das Spectrum, welches die concentrirte Lösung zeigt, enthält sehr viel Gelb und kaum eine Spur von Grün. Die Lösung selbst ist, wie auch die krystallisirte Substanz, ölgrün; da auch Roth nur in geringem Betrage auftritt — von A bis C ist es absorbirt, und nur die Strahlen im Raume von C aufwärts werden durchgelassen — und Blau von $F^{1}/_{3}G$ an aufhört durchgelassen zu werden, so folgt, dass das Oelgrün eine Mischung von reichlich Gelb, von Blau und etwas Roth ist.

$A = 44^{0}\ 42'$ $R = 97^{0}\ 7'$ $D = 0^{0}\ 33'$.

$\omega\varrho = 340^{0}\ 36'$	hieraus	$\mu\varrho = 1{\cdot}3953$
$\omega C = 340^{0}\ 35'$	„	$\mu C = 1{\cdot}3958$
$\omega D = 340^{0}\ 28'$	„	$\mu D = 1{\cdot}3979$
$\omega E = 340^{0}\ 20'{\cdot}5$	„	$\mu E = 1{\cdot}3991$
$\omega b = 340^{0}\ 17'$	„	$\mu b = 1{\cdot}4014$
$\omega F = 340^{0}\ 14'$	„	$\mu F = 1{\cdot}4029$.

K r y s t a l l e. Oelgrün mit vorherrschendem Gelb; die dichroskopische Loupe zeigt nur sehr schwache Absorptionsunterschiede: es ist

(𝔟) > (𝔠) > (𝔞).

Von Fluorescenz keine Spur.

Essigsaures Uranoxyd-Zinkoxyd.



$ZnO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7\ HO.$

Von Herrn Ph. Weselsky in Prof. Schrötter's Laboratorium dargestellt.

R h o m b i s c h. $a : b : c = 1 : 0{\cdot}8977 : 0{\cdot}9140$.

Beobachtete Formen: o (111), a (100), c (001), p (100).

Isomorph mit den beiden vorigen. Bei sämmtlichen Formen dieser Gruppe (zu welcher auch das oben beschriebene Magnesia Uranoxyd gezogen werden muss) bringt die Zwillingsbildung einige Unsicherheit sowohl in die krystallographische, als auch optische Bestimmung; es wäre möglich, dass das System monoklinoëdrisch ist, mit sehr geringer Abweichung der beiden Axen im Symmetrieschnitt. Ich habe das Zinkoxyd-Uranoxyd unter dieser Annahme berechnet, um an einem Bei-

spiele zu zeigen, wie leicht die eine und die andere Orientirung sich mit den Beobachtungen in genäherte Uebereinstimmung bringen lässt.

	Berechnet:	Beobachtet:
b c	90° 0′	89° 51′
c o	46° 25′	
c′o	54° 7′	
′o o	100° 32′	
o o′		63° 50′*
o(o′) über b	116° 10′	
′o′o′		65° 30′*
′o′ o		69° 30′*
o b	58° 5′	58°
′o′ b	57° 15′	57° 56′
a′ c		91° 10′*
p p′	83° 46′	
p′p′	96° 14′	
p o	48° 37′	
p′o	133° 9′	
p b	48° 7′	

c Perlmutterglanz. Zwillinge: nach der Fläche b. In Folge dieser Bildung erscheint c gebrochen unter einem Winkel von 2° 20′.

Optisches Verhalten.

Schwefelgelb nach allen Richtungen, doch nicht ohne Absorptionsunterschiede. Die Ebene der Axen steht in den drei letzten Verbindungen normal zur Plattenrichtung; erste Mittellinie senkrecht auf den Pinakoidflächen. Charakter negativ.

Fluorescirt im untern Theile des Spectrums undeutlich grünlich.

Essigsaures Uranoxyd-Cadmiumoxyd.



$CdO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6HO.$

Durch Herrn Philipp Weselsky in Prof. Schrötter's Laboratorium dargestellt.

Rhombisch: a : b : c = 1 : 0·6289 : 0·3904; also sehr nahe a : b = b : c.

Beobachtete Formen: o (111), q (011), p (110), r^2 (201), $p^{8/7}$ (870), p^2 (210).

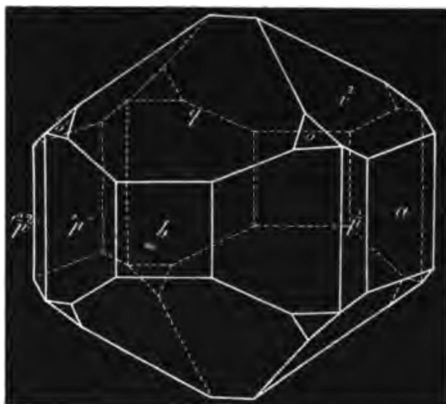


Fig. 112.

Die aufrechte Zone herrscht vor; meistens besteht sie nur aus den Flächen des verticalen Prisma und des Brachypinakoides; die beiden stumpferen Prismen $p^{8/7}$ und p^2, sowie das Makropinakoid kommen nur an grösseren Krystallen vor, dann aber so, dass selbst die Flächen p dagegen zurücktreten und der Querschnitt eine ziemlich unsymmetrische polygonale Gestalt darstellt. An den Enden herrscht immer das Makrodoma q vor; das zweifach spitzere Brachydoma r^2 kommt bald mehr, bald weniger entwickelt vor: zuweilen auch nur einseitig, in dem die Flächen (201) gegen ($\bar{2}$01) so sehr vorherrschen, dass dadurch ein scheinbar schiefprismatischer Charakter der Combinationen resultirt. Die rhombische Pyramide kommt immer nur untergeordnet an den Ecken q p r^2 vor: o q 'o bilden eine Zone.

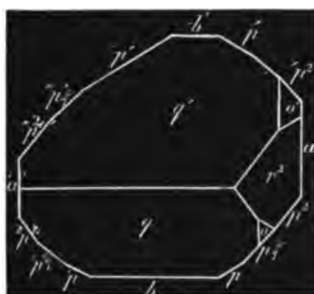


Fig. 113.

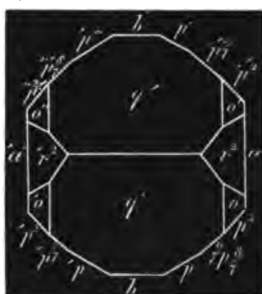


Fig. 114.

	Berechnet:	Beobachtet:
p p'		115° 40'*
p 'p	= 64° 20'	64° 30'

	Berechnet:	Beobachtet:
pa =	57° 50′	57° 50′
pb =	32° 10′	
$pp^{8/7}$ =	3° 32′	3° 30′
pp^2 =	19° 21′	
ap^2 =	38° 29′	38° 30′
$ap^{8/7}$ =	54° 18′	54° 30′
qq' =		63° 40′ *
qb =	58° 10′	58° 0′
qa =	90° 0′	90° 0′
qp =	63° 28′	
qp' =	116° 32′	
$qp^{8/7}$ =	64° 38′	
qp^2 =	70° 50′	
$q'p^2$ =	109° 10′	
$q'p^{8/7}$ =	115° 22′	
$r^2{}'r^2$ =	75° 58′	
r^2a =	52° 1′	52° 0′
r^2b =	90° 0′	
r^2p =	70° 52′	
$r^2p^{8/7}$ =	68° 57′	
r^2p^2 =	61° 12′	
$r^2{}'p$ =	109° 8′	
$r^2{}'p^{8/7}$ =	111° 3′	
$r^2{}'p^2$ =	118° 48′	
oo' =	60° 4′	
$o'o'$ =	72° 30′	
$o'o$ =	36° 42′	
$o'o'$ =	107° 30′	
$o\bar{b}$ =	59° 58′	
op =	53° 45′	53° 50′
$op^{8/7}$ =	53° 55′	
op^2 =	56° 5′	
oa =	71° 39′	
$o'p^2$ =	93° 32′	
$op'^{8/7}$ =	102° 52′	
op' =	104° 51′	
or^2 =	33° 58′	34° 0′
$o'r^2$ =	63° 47′	

Berechnet:		Beobachtet:
o q	= 18° 21′	18° 20′
o q′	= 65° 6′.	

An dieser Krystallspecies ist eine auffallende Uebereinstimmung von Winkeln wahrnehmbar, welche gleichwohl verschiedenen Flächensystemen angehören. So erhalten die Kanten

q q′, q p, o ′r² nahezu den Werth von 63° 40′
p a, q b „ „ „ „ 58° 0′
q p², r² p „ „ „ „ 70° 50′.

Diese Uebereinstimmung ist bedingt durch die einfache Relation, welche zwischen den Axenlängen der Grundform herrscht. Daher kommt es auch, dass derselbe Kantenwinkel, welcher in der vertikalen Zone das Prisma p der Grundform gibt, in der vorderen horizontalen Zone zu dem zweifach spitzeren Doma r² gehört.

Die Krystalle sind angequollen, uneben; die Endflächen jedoch weit besser messbar als die Prismenflächen. Theilbarkeit nicht deutlich. Spuren nach p.

Ausgezeichnete grüne Fluorescenz.

Optisch ähnlich der isomorphen Magnesiaverbindung; Axenwinkei scheinbar c. 56°.

Essigsaures Uranoxyd-Manganoxydul.



$$MnO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6HO.$$

Durch Herrn Philipp Weselsky in Herrn Prof. Schrötter's Laboratorium dargestellt.

Rhombisch. Isomorph dem vorigen.

Beobachtet wurden: p (110), q (011), r² (201), a (110), b (010).

Die verticale Zone zeigt eine Anzahl Flächen, welche offenbar den Prismen $p^{8/7}$ und p² des vorigen entsprechen: doch waren die Flächen nicht eben genug, um eine auch nur annähernde Messung zu gestatten. Die rhombische Pyramide kaum bemerkbar. Häufig findet sich q und r² im Gleichgewicht, wodurch die Krystalle dieser Verbindung sich von denen der vorigen unterscheiden; doch kommen dazwischen eben so verzogene und mangelhafte Formen vor wie bei dem Cadmiumsalze.

Gemessen wurde:

'pp = 64° 25'
pa = 57° 40'
ar² = 52° 0' }
'r²r² = 76° 0' } circa.
'qq' = 63° 30' }

Ueber die Isomorphie kann somit kein Zweifel obwalten.

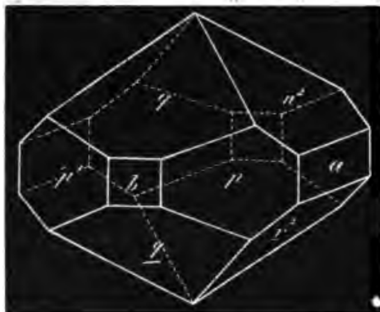


Fig. 115.

Lösung. Der untere Theil des Spectrums wird bei geringer Concentration ausgelöscht; Gelb herrscht der Intensität nach vor, wie denn auch die Farbe der Lösung ein Gelb, ähnlich dem des reinen Olivenöles ist.

1. Lösung. Concentrirt. Bei 22° C

feste Substanz = 7·469
Wasser = 24·514

also 23·353 Procent fester Substanz in hundert Gewichtstheilen Wasser. Dichte = 1·1438.

Violett und indigo völlig ausgelöscht.

A = 44° 42'·5 R = 223° 40' D = 117° 54'.

ωB = 100° 50'·5	hieraus	μB = 1·3498
ωC = 100° 49'	„	μC = 1·3503
ωD = 100° 45'	„	μD = 1·3517
ωE = 100° 37'	„	μE = 1·3544
ωb = 100° 35'	„	μb = 1·3549
ωγ = 100° 30'	„	μγ = 1·3567

(untere Grenze im Blau).

2. Lösung. Verdünnt: 22·3 Volumtheile der gesättigten Lösung auf 22·7 Theile Wasser. Dichte: 1·0684.

Spectrum etwas nach unten verlängert: dicht an F nach G hin eine halbe blaue Linie.

A = 48° 45' R = 236° 13'·5 D = 115° 48'.

ωB = 99° 15'	hieraus	μB = 1·3390
ωC = 99° 12'	„	μC = 1·3400

ωD	= 99° 9′	„	μD	= 1·3410
ωE	= 99° 2′	„	μE	= 1·3434
ωb	= 99° 0′	„	μb	= 1·3439
$\omega \varphi$	= 89° 53′	„	$\mu \infty$	= 1·3464

(die helle blaue Linie).

3. Lösung. Verdünnt: 18 Volumtheile der letzten Lösung auf 20·8 Theile Wasser, also 8·9226 Theile der concentrirten Lösung auf 29·8774 Wasser. Dichte = 1·0309.

Im Spectrum die helle Linie an F noch deutlicher.

A = 44° 46′ R = 232° 51′ D = 115° 17′·5.

ωB	= 99° 2′	hieraus	μB	= 1·3331
ωC	= 98° 58′	„	μC	= 1·3345
ωD	= 98° 51′	„	μD	= 1·3367
ωE	= 98° 45′	„	μE	= 1·3386
ωb	= 98° 43′	„	μb	= 1·3394
ωF	= 98° 39′	„	μF	= 1·3408
ωi	= 98° 35′	„	μi	= 1·3418.

Schwefelsaures Brucin.

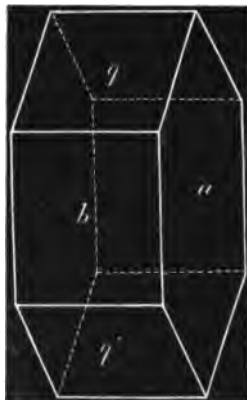
Dargestellt in Herrn Prof. Schrötter's Laboratorium.

Rhombisch. b : c = 1 : 0·8445.

Beobachtete Formen: b (010), a (100), q (011).

Rechtwinklige Säulen durch die beiden Pinakoide der Verticalzone gebildet; nach oben durch das Makrodoma zugeschärft.

Fig. 116.



	Berechnet:	Beobachtet:
q q′ =		80° 23′*
b q′ =	130° 11′	130° 13′
a b =		90°

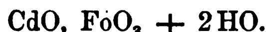
Theilbar nach b und a.

In der dichroskopischen Loupe keine merklichen Helligkeitsdifferenzen.

Ebene der optischen Axe parallel dem Pinakoide (100), erste Mittellinie parallel der Axe c. Weder über den Charakter,

der Doppelbrechung, noch über die sonstigen Verhältnisse ist aber etwas zu ermitteln wegen der ausgezeichneten Spaltbarkeit. Vergl. Sitz.-Ber. XVII, p. 60.

Ameisensaures Cadmiumoxyd.



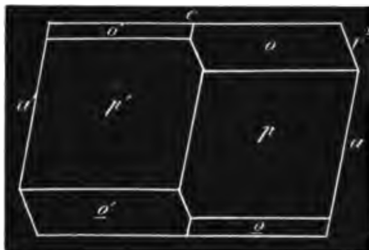
CdO, FöO$_3$ + 2HO.

Aus der Böttger'schen Sammlung, durch Herrn Sect.-Rath Haidinger zur Untersuchung erhalten.

Die Projection Fig. 117 zeigt den Zusammenhang zwischen den Polen der Flächen und den Elasticitätsaxen.

'ac = 82° 55' 'pp = 74° 30' op = 31° 54' Kopp.

Fig. 117.



Im Polarisationsapparate findet man

c𝔰 = 26° 36'.

Im Polarisations-Mikroskope ist auf der Schiefendfläche eine Axe sichtbar, unter einem Winkel von circa 15°.

Die Ebene der optischen Axen in der Symmetrieebene.

Es wurde ein Prisma geschliffen, dessen brechende Kante der Symmetrieaxe parallel gerichtet ist. Der Strahl, dessen Vibrationen parallel dieser Kante geschehen, zeigte sich als der minder abgelenkte.

(Min.)	A = 29° 53'		D = 10° 42'.
	ωB = 0° 28'	hieraus	μB = 1·3302
	ωD = 0° 22'	„	μD = 1·3334
	ωF = 0° 14'	„	μF = 1·3376
	ωG = 0° 8'	„	μG = 1·3408
	ωv = 0° 0'	„	μv = 1·3450.

Die Stelle der Linien B, D, F, G wurde durch Schätzung bestimmt.

Es ist höchst eigenthümlich, dass diese Zahlen fast genau die Brechungsexponenten des Wassers sind. Es muss einer späteren Untersuchung mit ausreichenderem Material anheimgestellt bleiben, zu entscheiden, ob nicht ein Fehler in der Herstellung

des Prisma diese kleinen Zahlen veranlasste; der einzige Krystall, der mir zu Gebote stand, zerbröckelte sich, als ich ein zweites Prisma daraus schleifen wollte.

Aepfelsaures Ammoniak.



$AmO, 2\overline{M} + HO.$

Krystalle aus der Böttger'schen Sammlung, durch Herrn Sect.-Rath Haidinger mir zur Untersuchung überlassen.

Die Krystalle dieser Verbindung sind bereits durch Rammelsberg, Pg. XI, 38), Pasteur (Ann. Ch. Ph. [111,] XXXIV, 30, XXXVIII, 437) und Nicklès (Gmel. Handb. 5, 342, und *Thèse présentée à la faculté des sciences, Paris 1853*) beschrieben worden. Es finden sich aber einige Abweichungen zwischen den in den genannten Abhandlungen enthaltenen Angaben und meinen eigenen Beobachtungen. Die Winkelverhältnisse lassen keinen Zweifel an der Identität der Substanz über; stellt man die entsprechenden Beobachtungen zusammen, so ergibt sich

	Rammelsberg	Pasteur	Nicklès	
'rr	= 71° 44'	71° 36'		71° 30'
'pp	= 75° 40'	75° 24'		76°
$p\,p/_2$	= 16° 37'	16° 52'		18°
ar	= 54° 9'		54° 20'	54° 10'
ap	= 52° 28'			51° 40'

Meine Krystalle sind gross, spiegeln schlecht, zum Theil gar nicht, haben meist gebrochene Flächen, die Doppelbilder geben, können daher eben nur dazu dienen, die Identität der Substanz erkennen zu lassen. Um so mehr taugen sie zur Bestimmung der physikalischen Verhältnisse.

Nach Rammelsberg zeigen die Krystalle sich bezüglich der Axe b hemimorph, indem die Flächen p, $p/_2$ nur einseitig ausgebildet vorkommen und die ganze Zone durch

$$'p \quad 'p/_2 \quad b \quad p/_2 \quad p \quad a \quad b' \quad 'a$$

gebildet wird: an dem vorliegenden Krystalle ist überall p' $p'/_2$ 'p' $'p'/_2$ vorhanden, dagegen fehlt zuweilen b'. Auch die Spaltbarkeit fand ich anders, als sie von den genannten Forschern angegeben wird: nämlich ausgezeichnet nach b, undeutlich nach a; nach r aber kaum merklich. (Ich bemerke, dass

ich den Krystall anders aufstelle und daher auch die Flächenbezeichnung eine andere wird, als in Rm. Kr. Ch. 336: da ich nach rechts und links die längste, nach auf- und abwärts die kürzeste Axe richte, so sind Rammelsberg's Axen a, b, c mir die Axen c, a, b. (Vergl. Sitz.-Ber. W. Ak. XXVII, 56.)

Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Brachypinakoid a, die erste Mittellinie parallel b; man erhält daher durch Spaltung unmittelbar Plättchen, die die Axen zeigen.

Winkel der optischen Axen für Blau grösser, als für Roth; doch kaum merklich. Scheinbarer Axenwinkel beim Austritt an die Luft 75° 24′.

Citronensaures Natron.



Die Krystalle rühren aus der Böttger'schen Sendung, wo sie als $3 NaO, \overline{Ci} + 11 HO$ angegeben sind; in der Form stimmen sie aber vollständig mit den von Heusser, Pg. Ann. 88, unter der obigen Formel beschriebenen Krystallen überein.

'pp = 77° 30′   ac = 64° 5′   ar = 39° 28′ Heusser.

Lage der optischen Hauptschnitte in der Symmetrieebene: $c\xi$ = 9° 50′. (ξ fällt sehr nahe an den Pol r, zwischen r und p/p.)

Die Ebenen der auf der Symmetrieebene senkrechten Hauptschnitte zeigen deutliche Dispersion; es ist $c\xi$ für Gelb kleiner als $c\xi$ für Blau.

Bromisatin.

Durch Herrn Weselsky in Prof. Schrötter's Laboratorium dargestellt.

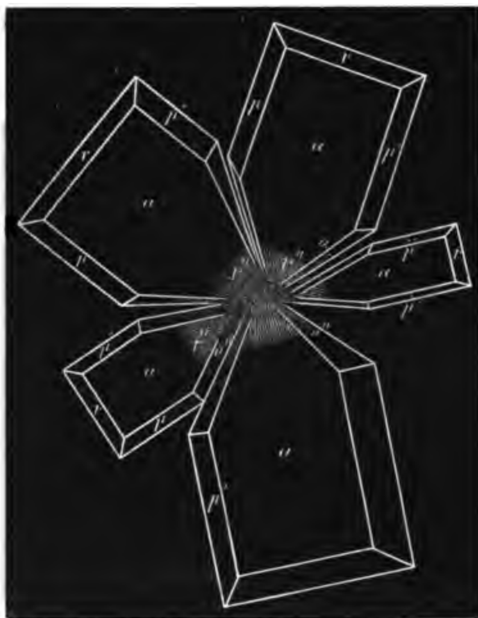
Rhombisch, hemimorph. a : b : c = 1 : 0·4585 : 0·4186.

Beobachtete Formen: a (100), p (110), r (101), o" (hkl).

Nadelförmige Krystalle durch das Vorherrschen der verticalen Zone [p, a]; durch die vorwiegende Ausbildung des

Brachypinakoides zuweilen flach von den Seiten her. Die Enden ungleich ausgebildet: das freie Ende trägt die der Brachydiagonale parallele Zuschärfung r, das aufgewachsene zeigt irgend eine nicht näher bestimmbare rhombische Pyramide, welche jedoch nicht in die horizontale Zone [p, c] entfällt. Fig. 120. Zuweilen zeigt sich das untere Ende wie abgeschuppt, und wird dadurch kegelförmig zugespitzt. Fig. 118 zeigt, wie die Krystalle gewöhnlich gruppirt, stern- oder strahlenförmig zusammengewachsen vorkommen.

Fig. 118.



	Berechnet:	Beobachtet:
a r		67° 17′ *
a p	65° 22′	65° 23′
p p′	130° 44′	
′p p	49° 16′	49° 17′
a′ p		114° 38′ *
r r′	45° 26′	45° 17′
r p	80° 44′	
r′ p	99° 16′.	

Ausgezeichnet theilbar nach a. Die Flächen des verticalen Prisma, sowie die des Brachydoma zeigen zuweilen Streifen parallel den Combinationskanten mit a.

Vor der dichroskopischen Loupe zeigen sich alle Farbentöne rothbraun, doch ist bezüglich der Absorption

(𝔟) > (𝔞) > (𝔠)

(𝔟) ist rothbraun, mit vorwiegendem braun; (𝔠) mehr gelblich orange.

Die optischen Axen liegen in einer Ebene, welche parallel ist der Basis c; es fällt somit die mittlere Elasticitätsaxe mit der kürzesten Krystallaxe zusammen. Erste Mittellinie ist b.

Fig. 119.

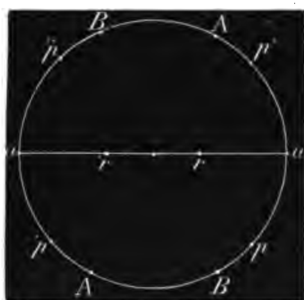
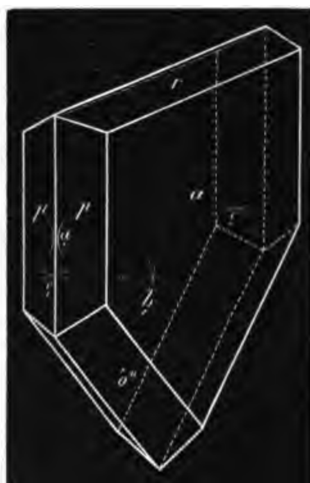


Fig. 120.



Man sieht im Polarisationsmikroskope schon auf der Fläche a ausgezeichnete Curvensysteme, welche ähnlich sind denen, die Platten, senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, zeigen; doch beziehen sie sich gleichsam auf virtuelle Focalpunkte, da diese rechts und links über das Gesichtsfeld hinausfallen.

Phloretin-Säure.



$C_{18} H_{10} O_6$.

Durch Herrn Prof. Hlasiwetz dargestellt und in den Sitz.-Ber. der W. Ak. XXIV. 237 beschrieben. Es findet sich dort auch eine kurze Notiz von mir über die Krystallform des Salzes; neuere Untersuchungen haben mich in die Lage ver-

Fig. 121.

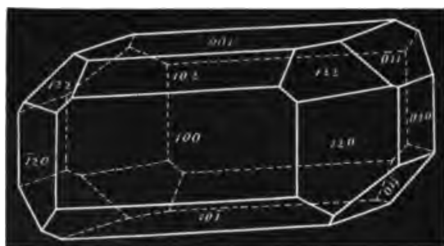
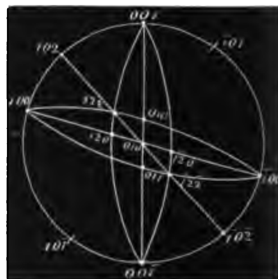


Fig. 122.



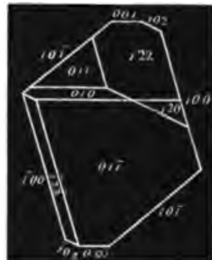
setzt, eine genauere Beschreibung der Krystallformen geben zu können.

Monoklinoëdrisch. a : b : c = 0·6165 : 1 : 2·6250. AC = 74° 22′.

Beobachtete Formen: 100, 010, 001, $\bar{1}01$, 102, 122, 120, 011.

Die Krystalle stellen Säulen dar, deren Axe die Symmetrieaxe ist; es ist somit der Habitus epidotisch. Die Säule wird gebildet vorwaltend durch die Flächen des Orthopinakoides (100) und des hinteren Hemiorthodoma ($\bar{1}01$); das Hemiorthodoma (102) tritt jederzeit nur untergeordnet auf, die Schiefendfläche (001) meist ebenso. Es wurde wegen dieses vorherrschenden Charakters auch die Grundform auf das hintere Orthodoma bezogen. Merkwürdig verzogen sind die Krystalle an den beiden Symmetrieaxenenden. Das Schema Fig. 122 zeigt den Inbegriff aller beobachteten Formen; aber es war in einer ziemlich grossen Zahl gut ausgebildeter Individuen auch nicht eines zu finden, an welchem die beiden Prismenflächen von (120) zugleich vorhanden gewesen wären; oft tritt auch das Klinodoma (011) nur mit einem Flächenpaar auf, und bei rundum ausgebildeten Krystallen fehlt das Klinopinakoid regelmässig auf der einen Seite, wenn es an der anderen vorkommt. Ich habe es daher auch vorgezogen, bloss die Flächensymbole anzuführen, und setze die von mir beobachteten Combinationen der Reihe nach her, wo die Zeichen nur die einzelnen Flächen angeben, und zwar stehen in erster Reihe immer die vorwaltenden, in zweiter die untergeordneten Flächen:

Fig. 123.



1. 001. 100. $10\bar{1}$. $\bar{1}00$. $\bar{1}01$. 122. 120. $01\bar{1}$.
   102. $00\bar{1}$. $\bar{1}2\bar{2}$.

2. 001. 100. $10\bar{1}$. $\bar{1}00$. 122. $01\bar{1}$.
   102. $00\bar{1}$. $\bar{1}0\bar{2}$. $\bar{1}01$. 120. 011. 010. $\bar{1}2\bar{2}$.

3. 100. $10\bar{1}$. $\bar{1}00$. $\bar{1}01$. 011. $01\bar{1}$. 120.
   001. 102. $00\bar{1}$. $\bar{1}0\bar{2}$. 122.

4. 001. 100. $00\bar{1}$. $\bar{1}00$. 011. $01\bar{1}$. 122. 120.
   $10\bar{1}$. $\bar{1}01$. $\bar{1}2\bar{2}$.

5.	100. $10\bar{1}$. $\bar{1}00$. $\bar{1}01$.	011. $01\bar{1}$.
	102. $00\bar{1}$. $\bar{1}0\bar{2}$.	122. $\bar{1}2\bar{2}$.
6.	100. 001. $\bar{1}01$. $\bar{1}00$. $00\bar{1}$. $10\bar{1}$.	011. 010. $01\bar{1}$.
		122. 120. $\bar{1}2\bar{2}$.

Am häufigsten tritt der Typus 3 auf, nur sehr selten der letzte, der die grösste Symmetrie zeigt.

Die Krystallkanten zeigen grosse Abweichungen und es war nur durch die grösstmögliche Vervielfältigung der Messungen möglich bei dem unregelmässigen Ausbleiben einzelner Flächen, der Unsicherheit in den einzelnen Messungen und den nahgelegenen Werthen ganz verschiedenartiger Kanten die Verhältnisse mit Sicherheit zu ermitteln. Ich habe an 17 Krystallindividuen mehr als hundert Kanten gemessen, wobei wegen der unvollkommenen Spiegelung bei Einzelbeobachtungen die Werthe gleichartiger Kanten bis um anderthalb Grade variiren; zur Berechnung wurden nur die an den bestausgebildeten Individuen gefundenen Winkel benutzt.

		Berechnet:	Beobachtet:
100	001		74° 22′ *
100	$10\bar{1}$		70° 11′ *
100	102	32° 39′	32° 45′
001	102	41° 43′	41° 37′
122	100		60° 58′ *
122	001	64° 30′	64° 30′
122	102	54° 47′	55° 2′
122	010	35° 13′	
122	$\bar{1}2\bar{2}$	70° 26′	70° circa
122	011	23° 21′	23° 24′
122	$\bar{1}01$	82° 38′·5	
122	$10\bar{1}$	97° 21′·5	97° circa
122	$\bar{1}20$	58° 35′	
122	$01\bar{1}$	53° 1′	53° 0′
120	100	64° 0′	64° 30′
120	010	26° 0′	
120	$\bar{1}20$	52° 0′	52° 0′
120	001	83° 13′	83°—84°
120	$00\bar{1}$	96° 47′	96° 25′

		Berechnet:	Beobachtet:
120	011	28° 47′	28°—29°
120	$01\bar{1}$	37° 36′	38° circa
011	001	68° 25′	68°—69°
011	010	21° 35′	21° 40′
011	100	84° 19′	
011	$\bar{1}00$	95° 41′	95°—96°
011	$01\bar{1}$	43° 10′	43°—44°
011	$\bar{1}01$	72° 34′	
011	$10\bar{1}$	107° 26′	108° circa
011	102	74° 4′	73° 40′
001	010	90° 0′	90° 2′

Optisches Verhalten. Die Axen liegen in der Symmetrieebene; Charakter positiv. Axenwinkel für Roth grösser als für Grün.

Salicylsaures Zinkoxyd.



$ZnO, C_{14}H_5O_5$.

Von Herrn Prof. Hlasiwetz dargestellt und mir zur Untersuchung eingesendet.

Sehr kleine, fast mikroskopische Splitter, welche viereckige Umrisse zeigen.

Die vierseitigen Umrisse entsprechen einem Prisma, mit den Kantenwinkeln

47° 26′ 132° 34′ (45′ beob.)

rechtwinklig gegen das eine, gewöhnlich vorherrschende Flächenpaar dieses Prisma sitzt eine Endfläche, welche gegen die zweite Prismenfläche um 104° 30′ geneigt ist. In der spitzen Kante der Endfläche mit der zweiten Prismenfläche findet sich noch eine schmale parallelkantige Facette, deren Normale mit der Normale der Prismenfläche 60—61° einschliesst.

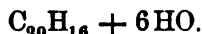
Das vorherrschende Prismenflächenpaar ist zugleich Theilungsrichtung; das untergeordnete Paar ist gestreift parallel der Endfläche.

Nach diesen Andeutungen könnte man die Krystalle für diklinoëdrisch halten, wo

$$a : c = 1 : 0{\cdot}518$$

$$YZ = 45^\circ\ 34' \qquad XZ = 95^\circ\ 3'.$$

Terpenthinölhydrat.



$C_{20}H_{16} + 6HO.$

Von Herrn Philipp Weselsky in Herrn Prof. Schrötter's Laboratorio dargestellt.

Rhombisch. a : b : c = 1 : 0·8042 : 0·4717. Ramm.

Beobachtete Formen: a (100), p (110), o (111), r (101).

Ausgezeichnete Krystalle: ein rhombisches Prisma mit schmalen Abstumpfungen der spitzen Ecken durch die Flächen des Brachypinakoides. Als Zuspitzung eine rhombische Pyramide mit gerade abgestumpften makrodiagonalen Kanten.

Die Krystalle wurden bereits durch Rammelsberg und List (Rm. Kryst. Chemie, p. 407) gemessen; ich habe oben Rammelsberg's Elemente angegeben und begnüge mich, meine Messungsdaten neben den früher gegebenen anzuführen:

	Berechnet:	Beobachtet:		
		Rammelsberg	List	—
pp' =		102° 23'		
'pp =	77° 37'		77° 44'	77° 49'
pa =	51° 11'.5			51° 1'·5
oo' =	55° 53'			56° 22'
'oo =	44° 17'			44° 41'
'oo' =	105° 22'			
oa =	67° 51'·5			
op =		53° 2'	52° 58'	52° 34'
'rr =	50° 31'			
ro =	27° 56'·5			28° 7'
ra =	64° 44'·5			
rp =	74° 30'			74° 38'.

Die Krystalle sind unvollkommen theilbar nach p. Die Flächen spiegeln ausgezeichnet, werden aber nach kurzdauernder geringer Wärmeeinwirkung buckelig und geben dann mehrere Kreuze als Spiegelbilder.

Optisches Verhalten. Die Ebene der optischen Axe fällt in den brachydiagonalen Hauptschnitt des herrschenden Prisma. Die Brachydiagonale ist die erste Mittellinie. Charakter positiv.

Scheinbarer Axenwinkel in der Luft 143° 10'.

Dispersion und Doppelbrechung unbedeutend; Axenwinkel für Blau entschieden grösser als für Roth.

Sitz.-Ber. W. Ak. 27, 64.

Codeïn.



$HO, C_{36}H_{21}NO_6 + HO.$

Nach Miller's Messungen (Ramm. 382) rhombisch; die Messungen sind nicht genau und auch die von Kopp (Krystallogr. 266) scheinen nur approximativ zu sein.

An einigen Krystallen der Böttger'schen Sendung liess sich das Prisma p (110) und das Brachydoma r (101) (in Rammelsberg mit q bezeichnet, da er mit Miller $a < b$ setzt) ziemlich scharf messen; es ergab sich

		Miller	Kopp
'r r	= 78° 24'	79° 14'	78° 30'
p p'	= 92° 35'	92° 20'	
'p p	= 87° 25'·5	87° 40'	87° 30'

ausserdem (mit einer Unsicherheit von 2' und einer Verschiedenheit von 12' an verschiedenen Krystallen)

'r/₂ r = 61° 25' 62° 6'.

Die Theilbarkeit sehr deutlich parallel c (001), wie es Miller gefunden; nach Kopp parallel (101), doch konnte ich diese nicht deutlich wahrnehmen.

Es wurden die zur optischen Bestimmung brauchbaren Krystalle ausgewählt und zwei Prismen geschliffen.

Erstes Prisma. Brechende Kante parallel der Makrodiagonale.

A = 57° 0' R = 240° 52' D = 161° 25'.

Vibrationen parallel zur brechenden Kante.

ωB = 123° 48'	hieraus	μB	= 1·5390
ωC = 123° 43'	„	μC	= 1·5395
ωD = 123° 26'	„	μD	= 1·5435
ωE = 123° 4'	„	μE	= 1·5485
ωF = 122° 47'	„	μF	= 1·5525
ωG = 121° 45'	„	μG	= 1·5650.

Zweites Prisma. Brechende Kante parallel zur Axe c.

A = 49° 0′ D = 91° 0′ R = 208° 50′.

Vibrationen parallel zur brechenden Kante.

ωB = 60° 15′	hieraus	μB	= 1·5335
ωC = 60° 1′	„	μC	= 1·5365
ωD = 59° 51′	„	μD	= 1·5390
ωE = 59° 30′	„	μE	= 1·5435
ωF = 59° 15′	„	μF	= 1·5457
ωG = 58° 45′	„	μG	= 1·5550.

Aesculetin.

„Das Aesculetin löst sich in einer concentrirten wässerigen Lösung von doppeltschwefligsaurem Amoniak in der Siedhitze mit Leichtigkeit. Die gelbliche Lösung zieht auf Zusatz von Alkalien mit grosser Begierde Sauerstoff an. Einige Tropfen Amoniak bewirken eine dunklere gelbe Färbung, die durch Schütteln an der Luft sogleich in eine blutrothe übergeht. Zuletzt färbt sich die Lösung dunkelindigblau. Setzt man statt Amoniak vorsichtig Barythydratlösung zu, so fällt die schweflige Säure des überschüssigen doppeltschwefligsauren Amoniaks als schwefligsaurer Baryt nieder. So wie die überschüssige schweflige Säure entfernt ist, wird die Flüssigkeit durch Aufnahme von Sauerstoff blutroth.“ Rochleder in den Sitz.-Ber. der W. Ak. XIII, 169.

Diese blutrothe Flüssigkeit wurde mir durch Herrn Prof. Schrötter übermittelt; ich unterzog sie der optischen Untersuchung, in deren Verlaufe sich dieselbe als eine sehr merkwürdige Substanz erwies.

1. Untersuchung im durchgelassenen Lichte. Obschon die Substanz im zerstreuten reflectirten Lichte ein fast opakes Aussehen hat, ist sie doch, selbst in dickeren Schichten, für rothes Licht sehr gut durchsichtig; aber auch nur für rothes aus der Region der Fraunhofer'schen Linien B und C. Für dieses Roth bleibt die Flüssigkeit ausschliesslich durchsichtig, bis auf eine Dicke der Schicht von $1\frac{1}{2}$ Linie: dann erst erweitert sich das Spectrum gegen Gelb hin und Spuren eines blauen Streifens werden sichtbar.

Das von der Flüssigkeit durchgelassene Licht ist somit homogen roth, und eignet sich dieselbe schon in dünnen

Schichten ausgezeichnet zur Darstellung homogen gefärbter Strahlen. Sie ist in dieser Beziehung dem Kupferglase, so wie dem doppeltchromsauren Kali vorzuziehen: ersteres absorbirt auch einen grossen Theil des rothen Lichtes und gibt immer nur eine matte Farbe; letzteres liegt zu tief im Orange und Gelb, um noch für Untersuchungen mit rothem Lichte anwendbar zu sein.

Brechungsverhältnisse.

$A = 44^{0}\ 44'$ $R = 220^{0}\ 17'$ $D = 110^{0}\ 0'$.

$\omega\varrho = 93^{0}\ 47'$ hieraus $\mu\varrho = 1{\cdot}3309$

(hart an der oberen Grenze)

$\omega C = 93^{0}\ 45'$ „ $\mu C = 1{\cdot}3313$

$\omega\varrho' = 93^{0}\ 42'$ „ $\mu\varrho' = 1{\cdot}3329$

(untere Grenze).

Die deutlich wahrnehmbare Linie C im beiderseits dunkel abgeschnittenen schmalen Lichtfelde erinnert an die Stellung von F im blauen Streifen des Spectrums der oxalsauren Chromoxyd-Alkali-Lösungen. Bei sehr intensivem einfallenden Lichte ist selbst B dicht an der oberen Grenze sichtbar.

2. Untersuchung im zurückgeworfenen Lichte. Das sammtartig opake Aussehen der Flüssigkeit im reflectirten Lichte rührt von der Fluorescenz der Substanz her. Wird nämlich die Flüssigkeit nach den in der Einleitung angegebenen Methoden durch das Spectrum geführt, so gewahrt man den Eintritt rother Fluorescenz dicht unter C — noch im Bereiche der durchgelassenen Strahlen —; das Phänomen nimmt mit dem Fortschritt in Gelb und Grün rasch zu; in $D^{1}/_{4}E$—$E^{1}/_{2}F$ ist der rothe Streifen in der Flüssigkeit am breitesten.

Von b an nimmt die Fluorescenz wieder ab, und jenseits H konnte ich sie nicht weiter beobachten. Es ist höchst auffallend, eine Flüssigkeit, welche sich von D bis in's Violett hinab gegen alles durchdringende Licht tintenschwarz verhält, unter der Einwirkung dieser Strahlen mit selbständiger rother Färbung leuchten zu sehen.

Eine Bemerkung des Fürsten Salm-Horstmar in Pg. Ann. 98, 190 bewog mich das Roth der Fluorescenz näher zu untersuchen. Er bemerkt, dass die Erscheinung von um so grösse-

rem Interesse sein müsse, als sie zeige, dass sich unsichtbare rothe Lichtstrahlen besonderer Art im gelben und grünen Theile des Spectrums befinden müssen. Da diese Ansicht von derjenigen abweicht, welche man sich nach Stokes Vorgange über die Fluorescenz bilden kann, und, wenn auch indirect, die Vorstellungen Brewster's über die Zusammensetzung der Spectralfarben zu stützen vermöchte, so untersuchte ich die Brechbarkeit des betreffenden Roth. Ich bediente mich dazu eines Crownglasprisma, dessen Brechungsexponenten für directes Sonnenlicht gleich (brechende Kante = 49° 39′)

$$\mu A = 1{\cdot}6371$$
$$\mu B = 1{\cdot}6396$$
$$\mu C = 1{\cdot}6416$$
$$\mu D = 1{\cdot}6473$$
$$\mu E = 1{\cdot}6558$$
$$\mu F = 1{\cdot}6613$$
$$\mu G = 1{\cdot}6734$$

gefunden worden waren. Die Flüssigkeit wurde in eine vierseitige Flasche mit ziemlich parallelen Wänden gebracht und die eine dem Beobachter zugewandte Seitenwand mit schwarzem Papier so weit verklebt, so dass nur dicht neben der dem einfallenden Lichte zugewandten Vorderwand ein offener Streifen blieb. Dadurch erhielt ich einen deutlichen Längsstreifen des rothen Lichtes der Fluorescenz. Wurde nun das Prisma auf die Schale des Goniometers gebracht, und als Visirrohr ein dioptrischer Apparat mit Fadenkreuz und Spalte aufgesetzt (denn die geringe Lichtstärke erlaubte nicht die Anwendung eines Fernrohrs), so konnte das Minimum der Ablenkung annähernd beobachtet werden. Es ergab sich hierbei für den mittleren Strahl:

Einfallendes Licht	Minimum der Ablenkung der Fluorescenzstrahlen.	Brechungsexponent
Roth,	37° 20′	1·639
Orange,	37° 30′	1·641
Gelb,	37° 25′	1·640
Grün,	37° 30′	1·641
Grünblau,	37° 20′	1·639
Blau,	37° 30′	1·641.

Dabei wurde zugleich eine geringe Zunahme in der Breite des Spectrums wahrgenommen, wenn die Intensität der Fluorescenz die grösste war; das Licht der Fluorescenz besitzt bei weitem die Homogeneität des durchgelassenen nicht.

So viel geht aus diesen Beobachtungen mit Bestimmtheit hervor, dass die von der Flüssigkeit ausgesandten rothen Strahlen sich in nichts vom gewöhnlichen Roth des Sonnenspectrums unterscheiden.

Oel der Gaulteria procumbens.

Aromatisch, der Geruch ähnlich dem Dufte von Akazienblüthen.

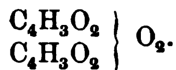
Weingelb, mit derselben schwachen Fluorescenz - Tinte, welche gewisse Weine zeigen, z. B. Vöslauer, Muskateller, gut ausgealterter Grinzinger.

Ausgezeichnete Dispersion. Wurde Abends bei Lampenlicht auf die Brechungsverhältnisse untersucht; die Linien sind die des salpetrigsauren Gases.

A = 44° 47′ R = 133° 33′ D = 22° 9′.

ω_ϱ	= 355° 40′	hieraus	μ_ϱ	= 1·529
$\omega_{\mathfrak{C}}$	= 355° 17′	„	$\mu_{\mathfrak{C}}$	= 1·536
$\omega_{\mathfrak{D}}$	= 355° 4′	„	$\mu_{\mathfrak{D}}$	= 1·540
$\omega_{\mathfrak{E}}$	= 354° 56′	„	$\mu_{\mathfrak{E}}$	= 1·5425
$\omega_{\mathfrak{F}}$	= 354° 46′	„	$\mu_{\mathfrak{F}}$	= 1·5455
$\omega_{\mathfrak{G}}$	= 354° 36′	„	$\mu_{\mathfrak{G}}$	= 1·5485
$\omega_{\mathfrak{H}}$	= 354° 25′	„	$\mu_{\mathfrak{H}}$	= 1·552
$\omega_{\mathfrak{I}}$	= 354° 13′	„	$\mu_{\mathfrak{I}}$	= 1·5555
ω_v	= 353° 20′	„	μ_v	= 1·572.

Acetylanhydrid.



$$\left.\begin{matrix} C_4H_3O_2 \\ C_4H_3O_2 \end{matrix}\right\} O_2.$$

In Prof. Redtenbacher's Laboratorium dargestellt. Wurde zum Behufe der optischen Untersuchung frisch überdestillirt und noch an demselben Tage untersucht.

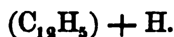
A = 44° 39′ R = 80° 33′·5 D = 293° 31′.

Die obere Grenze des Roth ohne deutlich wahrnehmbare Linien.

ωC	=	273° 7′	hieraus	μC	= 1·3830
ωD	=	272° 55′	„	μD	= 1·3868
ωE	=	272° 46′	„	μE	= 1·3887
ωb	=	272° 42′	„	μb	= 1·3897
ωF	=	272° 35′	„	μF	= 1·3917
ωG	=	272° 22′	„	μG	= 1·3956

äusserste Grenze des Violet = 272° 3′ hieraus μv = 1·4005.

Phenylwasserstoffbenzolbenzin.



In Herrn Prof. Redtenbacher's Laboratorium dargestellt. Wurde frisch überdestillirt und am selben Tage auf sein optisches Verhalten untersucht.

A = 44° 39′·5 R = 64° 37′·5 D = 299° 21′.

ωa	=	274° 33′	hieraus	μa	= 1·4911
ωB	=	274° 26′	„	μB	= 1·4931
ωC	=	274° 20′	„	μC	= 1·4951
ωD	=	274° 4′	„	μD	= 1·4999
ωE	=	273° 42′	„	μE	= 1·5060
ωb	=	273° 38′	„	μb	= 1·5074
ωF	=	273° 22′	„	μF	= 1·5115
ωG	=	272° 43′	„	μG	= 1·5226

H zu undeutlich, um noch gemessen werden zu können.

Acetylchlorür.

In Prof. Redtenbacher's Laboratorium dargestellt. An demselben Tage, wo es überdestillirt worden, wurde auch die optische Untersuchung vorgenommen.

A = 44° 42′ R = 228° 50′ D = 108° 37′.

ωC	=	89° 51′	hieraus	μC	= 1·3829
ωD	=	89° 41′	„	μD	= 1·3860
ωE	=	89° 33′	„	μE	= 1·3886
ωb	=	89° 29′	„	μb	= 1·3896

ωF	=	89° 23′	hieraus	μF	= 1·3917
ωG	=	89° 6′	„	μG	= 1·3965
ωv	=	89° 55′	„	μv	= 1·4018

(äusserste Grenze des Violett).

Senföl.

In Herrn Prof. Redtenbacher's Laboratorium dargestellt. Wurde wie die obengenannten Flüssigkeiten frisch überdestillirt und sogleich optisch untersucht.

A = 44° 42′ R = 135° 37′·5 D = 45° 43′·5.

ωa	=	19° 12′	hieraus	μa	= 1·5174
ωB	=	19° 7′	„	μB	= 1·5191
ωC	=	19° 2′	„	μC	= 1·5208
ωD	=	18° 46′	„	μD	= 1·5263
ωE	=	18° 24′	„	μE	= 1·5335
ωb	=	18° 20′	„	μb	= 1·5348
ωF	=	18° 6′·5	„	μF	= 1·5391
ωG	=	17° 29′	„	μG	= 1·5571
ωv	=	17° 0′	„	μv	= 1·5606

(äusserste Grenze des Violett).

Jodäthyl.



C_4H_5J.

Eine wasserhelle, klare, sehr leicht bewegliche Flüssigkeit. Sie bräunt sich rasch am Lichte durch Ausscheidung von feinem Jod und muss daher sorgfältig vor der Einwirkung des Lichtes bewahrt werden. Sie wurde dargestellt im Laboratorio des Herrn Prof. Redtenbacher und bestens verhüllt in den Arbeitsraum des k. physik. Institutes gebracht; hier wurde im verdunkelten Zimmer erst das Prisma auf dem Apparate eingestellt, so dass alles zur Messung bereit stand, hierauf die Flüssigkeit eingefüllt und sogleich zur Beobachtung geschritten. Nachdem das Spectrum einmal durchgemessen worden, wurde noch einmal zur Versicherung, dass nichts verschoben worden, auf B eingestellt und eine Abweichung von zwei Minuten beobachtet; da der reflectirte Strahl noch immer dieselbe Richtung zeigte, so konnte diese Abweichung nur entweder auf Rechnung eines Fehlers in der ersten

Einstellung oder einer wirklichen Aenderung des Brechvermögens geschrieben werden. Es wurde daher das ganze Spectrum noch einmal durchgemessen, wobei sich eine Vermehrung der Ablenkung durch den ganzen Bereich derselben zeigte: ja, als ein drittes Mal auf B eingestellt wurde, war wieder eine Aenderung gegen die zweite Einstellung da. Folgende Tafel stellt den Betrag der jedesmal beobachteten Ablenkung dar:

		Erste Einstellung:	Zweite Einstellung:	Dritte Einstellung:
Ablenkung:	a	25° 18′	25° 19′	25° 20′·5
	B	25° 22′	25° 25′	25° 27′
	C	25° 27′	25° 29′	25° 31′
	D	25° 40′	25° 42′	25° 43′·5
	E	26° 0′	26° 2′	26° 3′·5
	b	26° 6′	26° 8′	26° 9′
	F	26° 20′	26° 21′·5	26° 22′
	G	26° 55′	26° 56′·5	26° 57′
	H	27° 30′	27° 30′	27° 31′.

Da der reflectirte Strahl durchaus ungeändert geblieben war, die beobachtete Differenz daher weder in einem fehlerhaften Gange des Heliostaten, noch auch in irgend einer Verrückung am Apparate begründet sein konnte, so muss sie einer raschen Veränderung in dem brechenden Vermögen der Substanz entsprechen. Obschon daher die Einwirkung des Lichtes durch Bräunung erst nach einer längeren Zeit wahrnehmbar wird, so verräth doch die Zunahme der Ablenkung in dem Zeitraume von 5 Minuten (denn so lange dauert höchstens die Durchmessung des ganzen Spectrums) die augenblicklich unter dem Einflusse des auffallenden Lichtes eintretende Decomposition der Flüssigkeit und es zeigt sich in diesem Falle die optische Untersuchung als das feinste Mittel zur Wahrnehmung innerer Veränderungen. Die Flüssigkeit wurde nach einiger Zeit, da sie im Dunkel gewesen, wieder untersucht, zeigte nun eine allgemeine Abnahme der Brechungsindices, unter der Einwirkung des Lichtes aber wieder Zunahme der Ablenkung, wie folgende Tafel ausweist:

		Erste Einstellung:	Zweite Einstellung:	Dritte Einstellung:
Ablenkung:	a	25° 14′	25° 15′	25° 16′
	B	25° 20′	25° 20′·5	25° 21′
	C	25° 25′·5	25° 25′·5	25° 26′

	Erste Einstellung:	Zweite Einstellung:	Dritte Einstellung:
Ablenkung: D	25° 42'	25° 42'	25° 42'·5
E	26° 1'·5	26° 1'·5	26° 2'
b	26° 7'	26° 7'	26° 7'
F	26° 21'	26° 21'	26° 21'
G	26° 57'	26° 57'	26° 57'
H	27° 34'	27° 34'	27° 34'.

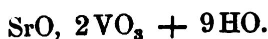
Die Aenderungen waren nun aber schon weit geringer und nahmen wie übrigens auch bei der ersteren Beobachtungsreihe wahrzunehmen gewesen, von Roth gegen Violett hin ab. Als die Flüssigkeit hierauf durch mehrere Stunden dem directen Lichte ausgesetzt worden und ganz dunkel gefärbt erschien, zeigten die Indices eine kaum merkliche Zunahme, und nur im Absorptionsvermögen war eine sehr beträchtliche Aenderung eingetreten, indem das violette Ende ganz, das blaue grösstentheils ausgelöscht erschien. Bei noch längerer Einwirkung des Sonnenlichtes behaupteten sich die Brechungsverhältnisse der oberen Strahlen, doch wurde endlich alles Blau und der grösste Theil des Grün absorbirt; das Spectrum schnitt scharf seitwärts von D ab. Dasselbe Verhältniss behauptete sich, als die Einwirkung des Lichts durch mehrere Tage fortgesetzt worden: die Flüssigkeit wurde dabei zwar immer dunkler, doch erfolgte die Verdunkelung gleichmässig für alle Reste des Spectrums.

Ich stelle nun die Brechungsexponente zusammen, welche Beobachtungen entsprechen, die der Zeit nach ziemlich weit von einander abliegen.

	Mittel aus den ersten 5 Reihen der rasch nach einander bestimmten Brechungsexponenten (Zeit: 1/4 Stunde).	Mittel aus 3 Reihen von Beobachtungen, nachdem das Prisma etwa 1 Stunde ausgesetzt gewesen.	Mittel aus 3 Reihen von Beobacht. nach mehrstündiger Exposition.
			1·4944
μa =	1·5088	1·5011	1·5017
μB =	1·5104	1·5024	1·5031
μC =	1·5116	1·5037	1·5048
μD =	1·5157	1·5096	1·5096
μE =	1·5220	1·5148	1·5154
μb =	1·5237	1·5167	1·5167
μF =	1·5281	1·5207	
μG =	1·5387	1·5308	
μH =		1·5416	

Wäre die Substanz nicht so schwer darzustellen und zu erhalten, so dürfte sie ausgezeichnet zur Messung der photochemischen Action dienen.

Zweifach vanadinsaurer Strontian.



$SrO, 2VO_3 + 9HO.$

Durch Herrn Carl R. v. Hauer dargestellt und mir zur Untersuchung überlassen *).

Monoklinoëdrisch. b : a : c = 1·1857 : 1 : 0·7426. AC = 122° 31′.

Beobachtete Formen: o′ ($1\bar{1}\bar{1}$), a (010), q^2 ($20\bar{1}$), c (001), p (110).

Fig. 124.

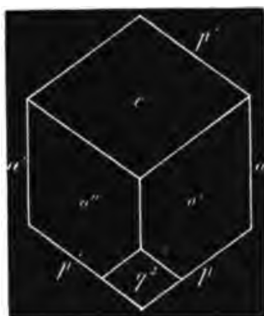
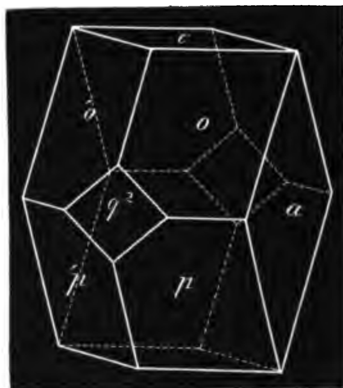


Fig. 125.



Schiefprismatische Combinationen von ziemlich gleichförmiger Flächenentwicklung. Die Hauptzone wird gebildet durch das verticale Prisma und das Klinopinakoid; die Schiefendfläche ist nach vorne aufgesetzt, an der vor deren untern Seite treten die Flächen der Hemipyramide o′ auf. In den Zonen ′po und po′ kommt zuweilen das Hemidoma q'^2 vor.

	Berechnet:	Beobachtet:
ap		54° 27′*
p′p	71° 6′	71° 7′

*) Ich liess die vanadinsauren Verbindungen erst am Schlusse abdrucken, da ich hoffte, dass die genauen Formeln so wie gut ausgebildete Individuen des Magnesia- und Barytsalzes in der Zwischenzeit zu erhalten sein würden. Leider war Herr v. Hauer bis jetzt verhindert, die betreffenden Untersuchungen wieder aufzunehmen.

	Berechnet:	Beobachtet:
p p'	108° 54'	
a c	90° 0'	
p c		64° 4'*
'p' c	115° 56'	
'o' o'		62° 36'*
o o'	117° 24'	
$\bar{o}$' a	58° 42'	58° 42'
o' p	82° 5'	82° 11'
o' 'p	117° 48'	
$\underline{o}$ p	62° 12'	62° 12'
$\bar{\underline{o}}$ 'p	97° 45'	97° 56'
$\bar{o}$ c	126° 16'	
$\bar{o}$' c	53° 44'	53° 44'
q^2 a	90° 0'	
$\underline{q}^2$ c	98° 14'	
$\underline{q}^2$ p	51° 56'	52° 8'
$\underline{q}^2$ p'	128° 4'	
$\underline{q}^2$ o	45° 49'	45° 38'
$\underline{q}^2$ '$\bar{o}$'	134° 11'.	

Die Krystalle sind kaum grösser als ein starker Stecknadelkopf, spiegeln aber, so weit die Flächen durch Ausbröckelung nicht unterbrochen sind, ausgezeichnet. Die Zone p a ist nach der Richtung der Zonenaxe stark gestreift, wodurch die parallele Aufstellung der Krystalle allein ermöglicht wird, welche durch die gleichförmige Entwickelung und Unterbrechung sämmtlicher Flächen sehr erschwert ist. Die Flächen q sind am wenigsten deutlich und durch das Auslaufen von Lamellen, die den Prismenflächen parallel liegen, rauh und oft treppenartig gestreift. Vergl. Fig. 2.

Die einzige venadinsaure Verbindung, welche in genau messbarem Krystalle erhalten wurde.

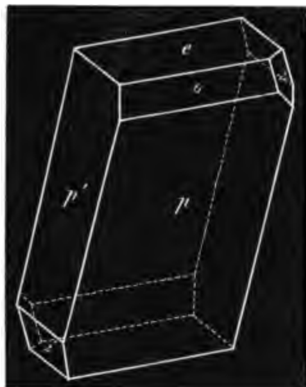
Zweifach vanadinsaurer Baryt.

Durch Herrn Carl R. v. Hauer dargestellt.

Triklinoëdrisch.

Beobachtete Formen: p (110), 'p ($\bar{1}$10), o (111), o' (1$\bar{1}$1), r (101), c (001).

Fig. 126.



Das rhomboidische Prisma und die Schiefendfläche sind Träger der Combination. An den Kanten zwischen dem Prisma und der Endfläche treten zuweilen abstumpfende Facetten auf, die als zwei Viertel einer triklinoëdrischen Pyramide aufgefasst werden können; in ihre Kantenzone fällt eine etwas grössere Fläche, welche als Hälfte eines Doma zu betrachten ist.

Beobachtet:

p p'	=	96° 14'	
'p p	=	83° 47'	
'p' c	=	69° 27'	
c p	=	110° 32'	
c o	=	60° 15'	
c r	=	57° 0'	
p r	=	68° 27'	
p' r	=	85° 40'	
c p'	=	62° 45'	
c 'p	=	117° 16'	
p' o'	=	33°	approx.
o' c	=	84° 30'	approx.

Die Flächen p und p' gestreift nach den aufrechten Kanten; p ausserdem auch noch nach der Kante p c, also mit Linien überdeckt, die sich rhombisch durchschneiden. Die Fläche c ist etwas gestreift nach c p, c p': es finden sich häufig Ausbrüche und Vertiefungen parallel dieser Richtungen; die Domenfläche r ist gestreift parallel r c.

Zweifach vanadinsaure Magnesia.

Von Herrn Carl R. v. Hauer dargestellt.

Monoklinoëdrisch.

Beobachtete Formen: p (110), r (101), 'r ($\bar{1}$01), q (011), a (100), c (001).

Verzogene sehr kleine Körner, welche deutlich die drei Zonen erkennen lassen, welche durch das aufrechte Prisma und zwei Domen gegeben sind. Die Kleinheit der Krystalle liess aber über ihren Habitus nichts näheres ermitteln. Die Beobachtung ergab:

'p p = 68° 40'
q c = 59° 17'
r c = 43° 40'.

Das verticale Prisma vertical, das Klinodoma horizontal gestreift.

Fig. 127.



Phenakit.

An einem ausgezeichneten Prisma, welches ich von Herrn Sectionsrath Haidinger zur Untersuchung erhalten, war ich in der Lage, die Brechungsverhältnisse dieses durch Kokscharow's ausgezeichnete Arbeiten krystallographisch gründlich durchforschten Minerals genauer zu bestimmen. Die brechende Kante ist, so weit es sich im Polarisationsapparate nachweisen liess, nahezu parallel zur optischen Axe: zwei senkrecht gegen diese Kante angeschliffene Flächen zeigen das Kreuz und die Ringe centrisch und es schliesst die eine Endfläche

91° 36' 30'' mit der einen 89° 1' 0'' mit der andern die andere Endfläche 90° 9' 50'' mit der einen 89° 55' 50'' mit der andern	Brechende Kante = 57° 52' 45'' (am Goniometer bestimmt).

Prismenfläche ein. Die Brechungsexponenten wurden mit Hilfe des salpetrigsauren Gases bestimmt; die genannten Linien beziehen sich demnach auf die hervorragenden Linien der von mir mit den deutschen Buchstaben bezeichneten Gruppen. Die Herren Handl und Adolph Weiss waren so freundlich, einige der unten angeführten Bestimmungen auszuführen: da unser Apparat eine Minute nicht mehr genau ablesen lässt, so ist eine Unsicherheit von ± 8 Einheiten in der vierten Decimalstelle der Brechungsexponenten, die nur durch zahlreiche Beobachtungen eliminirt werden kann. Bestimmung durch das Minimum der Ablenkung.

	$\mu\mathfrak{A}$	$\mu\mathfrak{B}$	$\mu\mathfrak{C}$	$\mu\mathfrak{D}$	$\mu\mathfrak{E}$	$\mu\mathfrak{F}$
	1·6317	1·6526	1·6536	1·6541	1·6557	1·6569
	1·6513	1·6526	1·6532	1·6546	1·6560	1·6568
	1·6513	1 6523	1·6531	1·6543	1·6558	1·6565
	1·6518	1·6528	1·6533	1·6545	1·6558	1·6562
	1·6510	1·6522	1·6531	1·6543	1·6554	1·6563
	1·6517	1·6527	1·6536	1·6548	1·6560	1·6572
	1·6508	1·6526	1·6531	1·6543	1·6554	1·6566
	1·6514	1·6525	1·6532	1·6544	1·6555	1·6567
	1·6515	1·6526	1·6534	1·6547	1·6559	1·6567
	1·6513	1·6524	1·6534	1·6546	1·6554	1·6570
	1·6513	1·6525	1·6532	1·6541	1·6557	1·6562
	1·6514	1·6327	1·6537	1·6545	1·6555	1·6567
	1·6510	1·6525	1·6533	1·6542	1·6560	1·6564
	1·6519	1·6523	1·6536	1·6543	1·6557	1·6572
Mittel	1·65138	1·65250	1·65333	1·65440	1·65570	1·65670.

	$\mu\mathfrak{A}$	$\mu\mathfrak{B}$	$\mu\mathfrak{C}$	$\mu\mathfrak{D}$	$\mu\mathfrak{E}$	$\mu\mathfrak{F}$
	1·6673	1·6681	1·66908	1·6703	1·67108	1·6724
	1·6670	1·6678	1·6690	1·6701	1·6712	1·6725
	1·6668	1·6579	1·6690	1·6702	1.67108	1·6722
	1·6668	1·6677	1·6688	1·6703	1·6714	1·6723
	1·6673	1·6682	1·66908	1·67008	1·6710	1·6722
	1·6673	1·6684	1·6698	1·6707	1·6718	1·6731
	1·6680	1·6692	1·6700	1·6710	1·6725	1.6734
	1·6670	1·6680	1·6681	1·6703	1·6719	1·6722
	1·6672	1·6681	1·66974	1·6703	1·6715	1·6725
	1·6675	1·6682	1·6691	1·6703	1·6811	1·6724
	1·6670	1·6684	1·6694	1·6703	1·6710	1·6722
	1·6669	1·6680	1·6693	1·6701	1·67176	1·67304
	1·6674	1·6678	1·6689	1·67084	1·6715	1·6724
	1·6672	1·66846	1·6690	1·6702	1·6716	1·6727
Mittel	1·66720	1·66816	1·66924	1·67034	1·67146	1·67254.

1. Extraordinärer Strahl:

$\mu\mathfrak{A}$ = 1·66720 $\mu\mathfrak{D}$ = 1.67034
$\mu\mathfrak{B}$ = 1·66816 $\mu\mathfrak{E}$ = 1·67146
$\mu\mathfrak{C}$ = 1·66924 $\mu\mathfrak{F}$ = 1·67254.

2. Ordinärer Strahl:

$\mu\mathfrak{A}$ = 1·65132 $\mu\mathfrak{D}$ = 1·65440
$\mu\mathfrak{B}$ = 1·65250 $\mu\mathfrak{E}$ = 1·65570
$\mu\mathfrak{C}$ = 1·65333 $\mu\mathfrak{F}$ = 1·65670.



Anhang.

I.

Ueber die Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung.

Im Texte ist blos eine Methode, die mit der compensirenden Quarzplatte, angegeben. Der Vollständigkeit halber sind hier die weiteren praktischen Verfahren aufgezählt, wie sie durch die Arbeiten Biot's, Brewster's, Airy's, Nörrenberg's, Dove's und Sénarmont's bekannt und als bewährt befunden worden sind.

Ein doppelbrechendes Medium heisst positiv oder negativ, je nachdem in die als erste Mittellinie bei zweiaxigen, als optische Axe bei einaxigen Krystallen ausgezeichnete Richtung dessen kleinste oder grösste Elastitätsaxe entfällt.

Die Unterscheidungsmethoden für den Charakter der Doppelbrechnung bestehen im Wesentlichen:

1. in der Messung der relativen Geschwindigkeiten des Lichts im Krystall;
2. in der Beobachtung der Interferenzcurven im circular polarisirten Licht;
3. in der Combinirung von Platten, deren eine optisch orientirt ist.

1. Aus der Definition des Charakters der Doppelbrechung folgt, dass Wellen, deren Schwingungen parallel der erwähnten Richtung vor sich gehen, sich in positiven Krystallen mit der kleinsten, in negativen, mit der grössten Geschwindigkeit, welche die Elasticitätsverhältnisse der betreffenden Mittel gestatten, fortpflanzen. Es genügt daher, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit benannter Wellen mit der beliebig anders

gerichteter zu vergleichen, um über den Charakter entscheiden zu können. Zu diesem Behufe schneidet man, wenn nicht schon ein entsprechendes natürliches Prisma sich darbietet, aus dem Krystall ein Prisma, dessen brechende Kante der ersten Mittellinie (optischen Axe) parallel läuft, und untersucht die Polarisationsart irgend eines der zwei Bilder, die durch ein rechtwinklig zur Kante auffallendes Bündel gemeinen Lichtes erzeugt werden. Dient zu diesem Zweck z. B. ein Nicol'sches Prisma, so wird das brechende Prisma einem negativen Krystalle angehören, sobald das mehr abgelenkte Bild deutlich sichtbar bleibt, wenn die längere Diagonale des Rhombus des Nicols der brechenden Kante parallel steht; umgekehrt muss dieselbe Diagonale mit der brechenden Prismenkante rechte Winkel bilden, wenn das mehr abgelenkte Bild deutlich sichtbar sein soll, falls dieses durch einen positiven Krystall erzeugt wurde. Es bildet somit die längere Diagonale des Rhombus des Nicol'schen Prisma mit der brechenden Kante ein Minuszeichen bei negativen, ein Pluszeichen bei positiven Krystallen, wenn der mehr abgelenkte Strahl sichtbar bleibt. Dieselbe Unterscheidungsart ist natürlich leicht auch für die dichroskopische Loupe zu erweitern. — Gleich einfach ist die Unterscheidung, wenn das einfallende Licht schon polarisirt ist. Man hält nämlich das Prisma so, dass die Schwingungen des auffallenden Lichtes parallel zur Kante vor sich gehen, gibt dem Prisma eine kleine Verrückung schief gegen dessen Kante, und schliesst aus dem Mehrabgelenktsein des neu entstandenen Bildes auf einen negativen, im entgegengesetzten Falle auf einen positiven Charakter der Doppelbrechung. Obwohl diese Methode sich am unmittelbarsten an die Natur anschliesst, ist sie doch von geringerer Anwendbarkeit als die nachfolgenden, welche den Charakter an senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffenen Platten bestimmen, und zwar weil solche Platten ohnediess zur anderwärtigen Orientirung nothwendig sind, als auch hauptsächlich, weil die Lage der ersten Mittellinie zweiaxiger Krystalle gewöhnlich mit aus der Lage des Axenbildes bestimmt wird.

2. a. Für einaxige Krystalle.

„Rechts circular einfallendes Licht bewirkt um die Axe eines negativen Krystalls in darauf senkrecht geschnittenen Platten linear analysirt, dieselben Erscheinungen, als links

circular einfallendes Licht, ebenso analysirt um die Axe eines positiven Krystalls, und umgekehrt: links circular einfallendes Licht in jenen dieselben Phänomene, als rechts circular einfallendes in diesen. Derselbe Unterschied zeigt sich, wenn linear einfallendes Licht circular analysirt wird.“ Dove. P. A. XL.

Zur klareren Einsicht führen wir einige Formeln an (Airy P. A. XXIII.):

Bezeichnet man mit $\frac{1}{o}$ und $\frac{1}{e}$ den ungewöhnlichen und gewöhnlichen Brechungsquotienten, mit T die Dicke der Platte, mit ϑ den Einfallswinkel, c die Intensität des auffallenden Lichtes, λ dessen Wellenlänge und mit φ das Azimuth eines Strahles, so ist die Intensität des rechts oder links circular auffallenden, linear zerlegten Lichtes:

$$J = \frac{c^2}{2} (1 \mp \sin. \frac{2\pi}{\lambda} \Theta \sin. 2\varphi),$$

wobei $\Theta = T \left(\frac{o^2 - e^2}{2e}\right) \vartheta^2$ den Phasenunterschied bedeutet. Zuvörderst bemerken wir, dass das Zeichen von Θ mit dem der Doppelbrechung übereinstimmt, wodurch denn in Betracht der Formel für J obige Sätze bewiesen erscheinen. Um zu dem charakteristischen Merkmal zu gelangen, bemerken wir ferner, dass bei rechts circular einfallendem Licht, für $\Theta > o$, wie es aus obiger Formel für J folgt, das erste Minimum eintritt im ersten und dritten Quadranten für $\Theta < o$ hingegen im zweiten und vierten; dagegen tritt bei links circular einfallendem Licht das erste Minimum für $\Theta > o$ im zweiten und vierten, für $\Theta < o$ im ersten und dritten Quadranten auf; da aber diese Minima für $\vartheta = o$ entstehen, sind sie als zwei dunkle, einander gegenüberliegende Punkte in der Mitte der Ringe sichtbar. Als Apparates zur circularen Polarisation bedient man sich am einfachsten einer Viertelundulations-Glimmerplatte, welche, da der Glimmer ein negativer Krystall ist, die Schwingungen senkrecht zur Axenebene beschleunigt, somit rechts circulares Licht erzeugt, wenn die Axenebene oben nach rechts liegt, links circulares, wenn dieselbe Ebene nach links oben um 45° geneigt ist. Fassen wir diess zusammen, so ergibt sich folgendes praktische Verfahren zur Unterscheidung des Charakters optisch einaxiger Krystalle: Schaltet man über einer

II.

Orientirung der Elasticitätsaxen in den Krystallen des rhombischen Systemes.

Beer hat in seiner vortrefflichen Einleitung in die höhere Optik ein Verzeichniss der bis 1853 bestimmten Constanten ein- und zweiaxiger Krystalle gegeben; in der Bearbeitung der Miller'schen Krystallographie (1856) konnte ich einiges in der Zwischenzeit durch Sénarmont und Heusser Beobachtete beifügen. Seitdem sind zwei grössere Arbeiten ausgeführt worden, welche die Erweiterung unserer Kenntnisse in dieser Richtung bezwecken. Die eine, von Descloizeaux im IX. Bande der *Annales des mines*, umfasst eine beinahe vollständige Aufzählung der durchsichtigen Mineralien, und eine grosse Zahl chemischer Präparate, aus allen das Licht doppelt brechenden Krystallsystemen; es ist eine Arbeit von grossartiger Anlage und reichhaltiger Detailforschung, wie wenige noch an dem Grenzgebiete der Physik und Naturgeschichte ausgeführt worden sind. In den Sitzungsberichten der k. Akad. d. Wiss. zu Wien, Band 27, erschien eine Reihe von Untersuchungen von V. v. Lang und mir, deren Zweck die Orientirung der Elasticitätsaxen in Krystallen des rhombischen Systemes war. Das nachfolgende Verzeichniss enthält die bis jetzt für die Krystalle dieses Systems festgestellten Daten; es sind darin mehrere andern Orts noch nicht veröffentlichte Angaben enthalten, die ich theils brieflichen Mittheilungen des Herrn Descloizeaux, theils dem Beobachtungsjournale meines Freundes v. Lang entnehme.

Ueber die Bezeichnungsweise der Orientirung der Elasticitätsaxen sind einige Worte voranzuschicken. Werden, wie es im vorliegenden Werke überall geschehen, die Krystallaxen so gewählt, dass

$$a > b > c$$

und ebenso die Elasticitätsaxen

$$\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c},$$

so kann man auf eine einfache und kurze Weise die Lage der Elasticitätsaxen im Krystalle bezeichnen; man führt sie nämlich in der Folge an, wie sie der grössten, mittleren und kleinsten Krystallaxe entsprechen. So bedeutet das dem Terpin eigenthümliche Schema

$\mathfrak{b}\ \mathfrak{c}\ \mathfrak{a}$,

dass die mittlere Elasticitätsaxe parallel der längsten, die kleinste Elasticitätsaxe parallel der mittleren, die grösste parallel der kleinsten Krystallaxe gerichtet ist; in den Krystallen der isomorphen Gruppe des Schwerspaths fallen, wie das Schema

$\mathfrak{a}\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{c}$

ausdrückt, die Richtungen der grössten, mittleren und kleinsten Elasticitäts- und Krystallaxen zusammen, während am oxalsauren Ammoniak, dem weinsauren und traubensauren Natronammoniak, dem essigsauren Cadmiumoxyd- und Magnesia-Uranoxyd, dem Kalium- und Amoniumquecksilberchlorid, dem Milchzucker u. s. w. das Schema

$\mathfrak{c}\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{a}$

die gleiche Richtung der mittleren und die entgegengesetzte der grössten und kleinsten Axe der beiden Ordnungen ausdrückt.

Es wurde noch eine weitere Ausführung dieses Schema versucht. Je nachdem nämlich der optische Charakter im spitzen Winkel der optischen Axen positiv oder negativ ist, entspricht der ersten Mittellinie der optischen Axe die kleinste oder grösste Elasticitätsaxe. Die Unterscheidung des Charakters der Doppelbrechung bei Krystallen der zweiaxigen Systeme ist zwar ohne besonderen theoretischen Werth, da darin nur die Bedingung

$$\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{b}^2 \gtrless \mathfrak{b}^2 - \mathfrak{c}^2$$

ausgesprochen ist; als naturhistorisches Merkmal ist sie aber nicht ohne Nutzen. Es wurde daher in den Axenschemen positiver Krystalle ein Pluszeichen unter $\mathfrak{c}$, bei negativen ein Minuszeichen unter $\mathfrak{a}$ gesetzt: es bedeutet diess, dass dort $\mathfrak{c}$, hier $\mathfrak{a}$ die erste Mittellinie ist. So zeigt

Aragonit	$\mathfrak{c}\ \underset{-}{\mathfrak{a}}\ \mathfrak{b}$
äpfelsaurer Kalk	$\underset{+}{\mathfrak{c}}\ \mathfrak{a}\ \mathfrak{b}$

dass im kohlensauren und äpfelsauren Kalk die Elasticitätsaxen dieselbe Orientirung gegen die entsprechenden Krystallaxen besitzen, dass aber im Aragonit die grösste, im äpfelsauren Kalk die kleinste Elasticitätsaxe erste Mittellinie der optischen Axe ist. Will man daher aus Aragonit und aus äpfelsaurem

Kalk Platten schneiden, die die optischen Axen zeigen, so muss Aragonit rechtwinklig gegen die mittlere, äpfelsaurer Kalk rechtwinklig gegen die erste Krystallaxe angeschliffen werden.

Wo die Orientirung eine andere ist für Roth, als für Violett, wie diess am Brookit und mellithsauren Ammoniak beobachtet wird, da steht für jede Farbe die Orientirung speciell angegeben; es bedeutet demnach bei letzterem

$$\underset{\rho\ -}{\mathfrak{b}\ \mathfrak{c}\ \mathfrak{a}},\ \underset{\nu\ -}{\mathfrak{c}\ \mathfrak{b}\ \mathfrak{a}}$$

dass die Ebene der Axen für rothes Licht in der Ebene der kleinsten und mittleren, für violettes in der Ebene der kleinsten und grössten Krystallaxe liegt, dass demnach die kleinste Krystallaxe die Durchschnittslinie der beiden Ebenen der Axe ist. Da beiderseits $\mathfrak{a}$ gleich orientirt und erste Mittellinie ist, so übersieht man das gesammte Axenbild gleichzeitig aut einem Schnitte, der rechtwinklig zur kürzesten Krystallaxe geführt wird.

In der Abhandlung von Lang und mir wurde auch der Versuch durchgeführt, die Krystalle des rhombischen Systemes optisch parallel zu construiren. Es wurde zu dem Ende in der Zeichnung die Ebene der optischen Axen als XZ Ebene gewählt, und aufrecht wurde immer die grösste Elasticitätsaxe gestellt: je nachdem die Krystalle positiv oder negativ sind, wurde neben das Axenende, das der ersten Mittellinie entspricht, das Axenschema geschrieben.

Wird dabei festgehalten, dass in der Schreibung der Flächenindices immer die erste Ziffer sich auf die grösste, die zweite auf die mittlere, die dritte auf die kleinste Krystallaxe bezieht, und bezeichnet man die Spaltungsflächen in der Zeichnung durch Klammern, während die Indices der übrigen Flächen ohne Parenthesen gesetzt sind, so lässt die Zeichnung und Bezeichnung des Krystalls, ohne an Anschaulichkeit das geringste einzubüssen, einen Reichthum von Beziehungen erkennen, der nach der bisherigen, arbiträren Aufstellung nicht zu erreichen ist. Betrachten wir z. B. die Fig. 5 auf der zweiten Tafel der erwähnten Abhandlung, welche ein im Harz nicht ungewöhnliches Vorkommen des Schwerspathes darstellt, so zeigt dieselbe:

1. Da die Endfläche des tafelförmigen Krystalles mit 100, das vordere Doma mit 110 bezeichnet ist, dass von oben nach

unten die grösste, von rechts nach links die kleinste Krystallaxe geht;

2. da die Endfläche und das Prisma 011 eingeklammert sind, dass der Schwerspath theilbar ist, einerseits rechtwinklig zur längsten Krystallaxe, anderseits parallel dem rhombischen Prisma, dessen Querschnitt der Rhombus der mittleren und kleinsten Krystallaxe ist;

3. da die Aufstellung für alle rhombischen Krystalle bezüglich der optischen Verhältnisse gleich ist, so ist hier die Ebene der grössten und kleinsten Krystallaxe die Ebene der optischen Axen; diese geht demnach durch die Brachydiagonale des rhombischen Prisma und steht rechtwinklig auf der Endfläche;

4. da das Symbol $\mathfrak{a}\underset{+}{\mathfrak{b}}\mathfrak{c}$ seitwärts steht, am Ausgange der kleinsten Krystallaxe, so ist die Brachydiagonale des rhombischen Prisma erste Mittellinie der optischen Axen und der Charakter der Doppelbrechung positiv.

Da der Habitus der Krystalle durch die Aufstellung nicht geändert wird, so hat der Inhalt der Zeichnung eben um die vier bezeichneten Punkte zugenommen.

Ich werde bei einer spätern Gelegenheit zeigen, wie sich noch ausserdem die magnetischen Verhältnisse anschaulich an die Zeichnung knüpfen lassen.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich das Axenverhältniss, die Theilbarkeit, das Elasticitätsaxenschema, die Dispersion der optischen Axen, den scheinbaren und wirklichen Axenwinkel, die Brechungsexponenten und die Farbenverhältnisse berücksichtigt. Es bedeutet

Be. Beer.
Br. Brewster.
Dx. Descloizeaux, Annales des mines. IX.
[Dx.] Descloizeaux in Uebereinstimmung mit unsern Beobachtungen, Ann. d. m. IX.
H. Haidinger.
He. Herschel.
Hs. Heusser.
Kn. T. Knoblauch und Tyndall.
L. v. Lang (noch unveröffentlichte Beobachtungen).
R. Rudberg.
Sén. Sénarmont.

Bei den Mineralien wurden die Krystallaxen nach Dana's Angabe (A system of mineralogy, 4 ed., 1854) gesetzt; es ist diess durch (D.) bezeichnet.

Substanz	Axenverhältniss a:b:c=	Theilbarkeit	Schema der Elast citätsaxe
Schwefel, S	1·9062:1:0·8130 Scacchi.	unvollkommen (011) „ (111)	cba {Dr +
Brookit, TiO_2	1:0·94438:0·84158 Kokscharow.	(100)	abc ρ + bac ν +
JO_5	1·3181:1:0·9388 Schabus.	vollkommen (101) unvollkommen (110)	bca L. —
$BaCl + 2HO$	1:0·6338:0·6068 Kobell.	(100) (010) (001)	bca +
HgCl	1:0·9186:8·6664 Mitscherlich.	ausgezeichnet (110) unvollkommen (100)	acb ? —
$MgCl + 2CdCl + 12HO$	1:0·9131:0·3040	undeutlich (100)	abc +
$NiCl + 2CdCl + 12HO$	1:0·9126:0·3431		
$CoCl + 2CdCl + 12HO$	1:0·9126:0·3431		
$KCl + HgCl + 2HO$	1:0·7751:0·7143 Rammelsberg.	(101)	cba —
$AmCl + HgCl + 2HO$			cba +
$KBr + TeBr_2 + 3HO$	1:0·9415:0·6857	.	cab —
$2NaCy + Fe_2Cy_3 + NO + 4HO$	1:0·7650:0·4115 Rammelsberg.	.	abc L. +
$KPtCy_2 + 3HO$	1:0·8705:0·2736	.	abc +
$CaPtCy_2 + 3HO$	1·1117:1:0·3742	.	bac L. +
$SrPtCy_2 + 3HO$	1:0·7158:0·4447	.	bac ? +
$KLiPt_2Cy_4 + 6HO$?	1:0·7173:0·3186	.	abc +
Chrysoberyll, B_2O_3, Al_2O_3	1:0·58:0·47 Hauy.	(100) (001)	bca +

spersion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
$\rho < \upsilon$ L.	.	70°—75° Dx.	$\mu = 2{\cdot}0$—$2{\cdot}24$ Dx.	.
$\rho > \upsilon$	$\rho = 65°$ c $\beta\lambda = 10°$ c	.	.	a zimmtbraun, b und c nelkenbraun (b) > (c) > (a)
$\rho > \upsilon$ L.	.	.	.	farblos
Dispers. sehr gering $\rho > \upsilon$	128° 6′	.	.	farblos
.	.	.	.	farblos
	.	.	$\alpha = 1{\cdot}5769$ $\beta = 1{\cdot}5331$	farblos
Disp. gering $\rho > \upsilon$	.	.	.	gesättigt berggrün (c) > (a) (b)
	136° 20′	.	.	nelkenbraun (b) > (a) (c)
Disp. stark $\rho > \upsilon$	Treten nicht mehr aus	.	.	farblos
Disp. stark $\rho < \upsilon$	79° 24′	.	.	farblos
Disp. betr. $\rho > \upsilon$	c. 50°	.	.	blutroth { c gelblich, b rein roth (b) > (c) }
$\upsilon > \rho$ L.	61° L.	.	.	blutroth, ohne merklichen Pleochroismus
Disp. stark $\rho > \upsilon$	c. 60°	.	.	grünlich weiss mit kräftiger violetter Fluorescenz
Disp. stark $\rho > \upsilon$ L.	$\rho = 88°$ $\gamma\rho = 68°$ L.	.	.	grün ohne Pleochroismus, ausgezeichnet smaragdgrüne Fluorescenz
Disp. stark $\rho > \upsilon$	.	.	.	farblos mit kräftiger violetter Fluorescenz
$\rho > \upsilon$	c. 65°	.	.	morgenroth
.	50° 7′ Soret	27° 51′ Soret	$\mu = 1{\cdot}760$ Br.	smaragdgrün, als Alexandrit tief smaragdgr.; die spargelgr. Variet. aus Brasilien zeigen a gelblich b, orange b hell farblos, c spargelgr. {(c) > (a)} > (b)

Substanz	Axenverhältniss a : b : c =	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxen
$NaO, S_2O_5 + 2HO$	1 : 0·9913 : 0·5999 Heeren	(110)	acb +
AmO, SO_3	1 : 0·7310 : 0·5643 Mitscherlich	leicht (010)	bac L. +
KO, SO_3	1 : 0·7464 : 0·5727 Mitscherlich	unvollk. (100) (010)	acb +
KO, CrO_3	1 : 0·7297 : 0·5695 Mitscherlich	unvollk. (100) (010)	acb —
$KO, SO_3 + HO, SO_3$	1·9347 : 1 : 0·8611 Marignac	.	bac L. +
Thenardit NaO, SO_3	1 : 0·8005 : 0·4730 Mitscherlich	vollkommen (100) weniger leicht (110)	acb Dx. +
Anhydrit CaO, SO_3	1 : 0·9943 : 0·8895 1 : 0·7489 : 0·5958	ausgezeichnet (100) (010) (001)	abc [Mi.] + bca +
Baryt, BaO, SO_3	1 : 0·7622 : 0·6208 (D.)	vollk. (011) (100) weniger (100) (010)	abc [Br.] +
Cölestin, SrO, SO_3	1 : 0·7794 : 0·6086 (D.)	vollk. (011) (100) weniger (100)	abc + [K. T. Sén.]
Bleivitriol, PbO, SO_3	1 : 0·77556 : 0·60894 Kokscharow	unvollk. (011) (100)	abc [Sén.] +
$MgO, SO_3 + 7HO$	1 : 0·9901 : 0·5709 Brooke	vollkommen (100) weniger (101)	acb [Br.] —
$NiO, SO_3 + 7HO$	1 : 0·9815 : 0·5656 Marignac	(100) (110)	acb [Be.] —
$ZnO, SO_3 + 7HO$	1 : 0·9804 : 0·5631 Brooke	vollkommen (100)	acb [Br.] —
$MgO, CrO_3 + 7HO$	1·9901 : 0·5735 Murmann	vollkommen (100)	acb [Be.] —
KO, NO_5	1 : 0·7028 : 0·5843 Rammelsberg	vollkommen (110) weniger (100) (101)	cab [Br.] —

Dispersion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
Disp. betr. $\rho < \upsilon$	$\rho = 126° 38'$ $\upsilon = 134° 40'$	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$ L.	85° 30' L.	49° 42' Marx	.	farblos
Dispers. sehr gering $\rho < \upsilon$	100° 52' Sén.	66° 54' Sén.	$\beta = 1{\cdot}494$ Sén.	farblos, in unreinen grünlichen Krystallen (b) > (a) (c)
$\rho > \upsilon$	92°	.	.	goldgelb, Pleochroism. sehr schwach (b) > (a) (c)
$\rho < \upsilon$ L.	81° 20' L.	.	.	farblos
.	.	90° circa Dx.	.	.
$\rho < \upsilon$ [Mi.]	$\rho = 70° 18'$ $\beta = 72° 42'$	$\rho = 42° 40'$ $\beta = 43° 50'$	$\alpha = 1{\cdot}614$ $\beta = 1{\cdot}576$ Mi $\gamma = 1{\cdot}571$ AB = 43° 32' Mi.	farblos oder rosenröthlich bis fleischfarben, perlgrau (c) > (b) > (a)
$\rho < \upsilon$ [Be.]	$\rho = 62° 25'$ $\beta = 65° 50'$	$\rho = 36° 56'$ $\gamma = 38° 28'$	Strahl D $\alpha = 1{\cdot}64797$ $\beta = 1{\cdot}63745$ Hs. $\gamma = 1{\cdot}63630$ AB = 36° 48'	farblos oder a schwachröthl. b gelb oder grün (c) > (b) > (a) c violett
$\rho < \upsilon$	91° Dx.	50° [Br.]	$\mu = 1{\cdot}644$ Br.	farblos oder bläulichgrau, himmelblau, schwachröthlich
$\rho < \upsilon$	treten nicht mehr aus	90° circa [Dx.]	.	farblos
Disp. gering $\rho < \upsilon$	79° 2' Mi. 78° 40' Dx.	50° 52' Mi.	$\beta = 1{\cdot}4817$ Mi.	farblos
Disp. gering $\rho > \upsilon$ L.	64° 12' L.	42° 4' Br.	.	grasgrün
Disp. gering $\rho < \upsilon$	71° 20'—72° Dx. 64° 18' Sén.	44° 2' Sén.	$\beta = 1{\cdot}483$—$1{\cdot}486$ Sén.	farblos
Disp. gering $\rho < \upsilon$	70° c.	.	.	braungelb, Pleochroismus kaum wahrnehmbar
$\rho < \upsilon$ Be.	$\rho = 6° 15'$ $\upsilon = 8° 45'$	.	$\alpha = 1{\cdot}5052$ $\beta = 1{\cdot}5046$ Mi. $\gamma = 1{\cdot}3330$ AB = 6° 11' (AB) = 9° 17'	farblos

Substanz	Axenverhältniss a:b:c=	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxen
AgO,NO_5	1·3697:1:0·9429 Brooke	.	cba [Dx.] +
U_2O_3,NO_5+6HO	1:0·8737:0·6088 Provostaye	.	bac + abc Dx. +
Hopeit	1·2131:1·0607:1 (D.)	vollkommen (001) weniger (100)	a ‖ c Dx. —
Struvit	1:0·8878:0·8102 Meyn	vollkommen (001)	bac Dx. +
Autunit	x:1:0·967 Dx.	vollkommen (100) weniger (010)	acb Dx. —
Skorodit	1·1511:1·0977:1 (D.)	unvollkommen (201)	acb Dx. +
$AmO,2CO_2+HO$	1:0·6724:0·4000 G. Rose	vollkommen (110)	bca Dx. —
Strontianit, SrO,CO_2	1:0·7212:0·6089 (D.)	leicht (101)	cab — bac Dx. —
Aragonit, CaO,CO_2	1:0·7207:0·6291 (D.)	deutlich (100) weniger (110) (111)	cab [Br.] —
Witherit, BaO,CO_2	1:0·741:0·595 (D.)	deutlich (101)	bac [Dx.] —
Cerussit, PbO,CO_2	1:0·7232:0·6102 (D.)	(101) (210)	bac [Br.] —
Alstonit, BaO,CO_2+CaO,CO_2	1·6920:1·2504:1 (D.)	(101) (100)	bac Dx. —
Leadhillit, PbO,SO_3+3PbO,CO_2	1·7205:1·2632:1 (D.)	leicht (010)	bac Dx. —

ispersion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
$\rho < \nu$ L.	.	62° 16′ Br.	$\alpha = 1{\cdot}788$ $\gamma = 1{\cdot}729$ Br.	farblos
$\rho < \nu$	67° 6′	.	.	zeisiggrün, c intensiv citronengelb, a zeisiggrün in's Gelbe, b schwach zeisiggrün (c) > (a) > (b) Schabus
.	.	48° c. Dx.	$\mu = 1{\cdot}601$ Br.	.
.	59° 30′ Dx.	.	$\mu = 1{\cdot}52$ Dx.	. .
.	54° c. Dx.	.	.	.
.	90° c. Dx.	.	.	a lauchgrün, b perlgrau, c entenblau } (c) > (a) > (b) Haid
.	67°30′—68° Dx.	43° 24′ Br.	.	farblos
$\rho < \nu$	10° 30′	6° 56′ Br.	$\alpha = 1{\cdot}700$ $\gamma = 1{\cdot}543$ Br.	farblos, c schwach gelblich braun
$\rho < \nu$ Be.	$\rho = 30° 40′$ $\nu = 31° 35′$	.	Strahl D $\alpha = 1{\cdot}68589$ $\beta = 1{\cdot}68157$ $\gamma = 1{\cdot}53013$ } R. AB = 17° 50′ (R)	farblos oder schwach gelblich, röthlich, grünlich, an einem Horschenzer Kryst. (c) > (a), (c) orangengelb, (a) schwefelgelb
$\rho > \nu$	c. 20°	.	$\gamma = 1{\cdot}540$ Br.	farblos
$\rho > \nu$ Be.	16° 30′ Dx. 17° 8′ Mi.	8° 16′ Mi.	$\alpha = 2{\cdot}0745$ $\beta = 2{\cdot}0728$ $\gamma = 1{\cdot}7980$ } Dx. AB = 8° 3′ (AB) = 16° 44′	farblos und braun, gelblich, röthlich, grünlich
.	sehr klein Dx.	.	.	.
$\rho < \nu$ L.	20° Dx.	10° 35′ Br.	.	farblos

Kalk Platten schneiden, die die optischen Axen zeigen, so muss Aragonit rechtwinklig gegen die mittlere, äpfelsaurer Kalk rechtwinklig gegen die erste Krystallaxe angeschliffen werden.

Wo die Orientirung eine andere ist für Roth, als für Violett, wie diess am Brookit und mellithsauren Ammoniak beobachtet wird, da steht für jede Farbe die Orientirung speciell angegeben; es bedeutet demnach bei letzterem

$$\underset{\rho\ -\ \upsilon\ \ -}{\mathfrak{b}\,\mathfrak{c}\,\mathfrak{a},\ \mathfrak{c}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{a}}$$

dass die Ebene der Axen für rothes Licht in der Ebene der kleinsten und mittleren, für violettes in der Ebene der kleinsten und grössten Krystallaxe liegt, dass demnach die kleinste Krystallaxe die Durchschnittslinie der beiden Ebenen der Axe ist. Da beiderseits $\mathfrak{a}$ gleich orientirt und erste Mittellinie ist, so übersieht man das gesammte Axenbild gleichzeitig auf einem Schnitte, der rechtwinklig zur kürzesten Krystallaxe geführt wird.

In der Abhandlung von Lang und mir wurde auch der Versuch durchgeführt, die Krystalle des rhombischen Systemes optisch parallel zu construiren. Es wurde zu dem Ende in der Zeichnung die Ebene der optischen Axen als XZ Ebene gewählt, und aufrecht wurde immer die grösste Elasticitätsaxe gestellt: je nachdem die Krystalle positiv oder negativ sind wurde neben das Axenende, das der ersten Mittellinie entspricht, das Axenschema geschrieben.

Wird dabei festgehalten, dass in der Schreibung der Flächenindices immer die erste Ziffer sich auf die grösste, die zweite auf die mittlere, die dritte auf die kleinste Krystallaxe bezieht, und bezeichnet man die Spaltungsflächen in der Zeichnung durch Klammern, während die Indices der übrigen Flächen ohne Parenthesen gesetzt sind, so lässt die Zeichnung und Berechnung des Krystalls, ohne an Anschaulichkeit das geringste einzubüssen, einen Reichthum von [illegible]ziehungen erkennen, die [illegible] der bisherigen, ar[illegible] ng nicht zu erreichen [illegible]. Betrachten wir z. [illegible] zweiten Tafel der [illegible] Abhandlung, [illegible] [illegible]men des Se[illegible] [illegible]ndfläche [illegible] it 110 [illegible]

so
und
so kann
der Elast
nämlich in
kleinsten Kry
eigenthümliche

unten die grösste, von rechts nach links die kleinste Krystallaxe geht;

2. da die Endfläche und das Prisma 011 eingeklammert sind, dass der Schwerspath theilbar ist, einerseits rechtwinklig zur längsten Krystallaxe, anderseits parallel dem rhombischen Prisma, dessen Querschnitt der Rhombus der mittleren und kleinsten Krystallaxe ist;

3. da die Aufstellung für alle rhombischen Krystalle bezüglich der optischen Verhältnisse gleich ist, so ist hier die Ebene der grössten und kleinsten Krystallaxe die Ebene der optischen Axen; diese geht demnach durch die Brachydiagonale des rhombischen Prisma und steht rechtwinklig auf der Endfläche;

4. da das Symbol $\underset{+}{\mathfrak{a\,b\,c}}$ seitwärts steht, am Ausgange der kleinsten Krystallaxe, so ist die Brachydiagonale des rhombischen Prisma erste Mittellinie der optischen Axen und der Charakter der Doppelbrechung positiv.

Da der Habitus der Krystalle durch die Aufstellung nicht geändert wird, so hat der Inhalt der Zeichnung eben um die vier bezeichneten Punkte zugenommen.

Ich werde bei einer spätern Gelegenheit zeigen, wie sich noch ausserdem die magnetischen Verhältnisse anschaulich an die Zeichnung knüpfen lassen.

In der nachfolgenden Tabelle habe ich das Axenverhältniss, die Theilbarkeit, das Elasticitätsaxenschema, die Dispersion der optischen Axen, den scheinbaren und wirklichen Axenwinkel, die Brechungsexponenten und die Farbenverhältnisse berücksichtigt. Es bedeutet

Be. Beer.
Br. Brewster.
Dx. Descloizeaux, Annales des mines. IX.
[Dx.] Descloizeaux in Uebereinstimmung mit unsern Beobach[...]ngen, Ann. d. m. IX.
He. Herschel.
Hs. Heusser.
Kn. T. Knoblauch und Tyndall.
L. v. Lang (noch unveröffentlichte Beobachtungen).
R. Rudberg.
Sén. Sénarmont.

[...]en wurden die Krystallaxen nach Dana's [...]ineralogy, 4 ed., 1854) gesetzt; es ist

Substanz	Axenverhältniss a:b:c =	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxen
AmO, C_2O_3 + HO	1:0·7799:0·7399 Brooke	unvollkommen (001)	cba —
AmO, 5 BO_3 + 8 HO	1:0·9827:0·8101 Rammelsberg	Spuren (001)	acb +
Leukophan	x:1:0·98 Dx.	leicht (100)	a ‖ a Dx —
Peridot	1·2594:1·0733:1 (D.)	leicht (010)	cab Dx. +
Cordierit	1·678:1:0·969 Tamman	unvollkommen (001)	cab Dx. —
Muscovit	.	vollkommen ⊥ zur 1. Mittellinie	Axenebene in der Makrod. a —
Gilbertit	.	.	a Dx. —
Damourit aus Morbihan	.	senkrecht zu a — 1. Mittellinie	a Dx. —
Lepidolith	.	senkrecht zur 1. Mittellinie	Axenebene in der Brachyd. [Dx.]
Andalusit	1·013:1:0·712 (D.)	.	bca Haid. +
Topas	1:0·5284:0·47698 Kokscharow	vollkommen (001) unvollk. (011) (101)	bac Biot. +

persion der pt. Axen	Winkel der opt. Axen scheinbar	Winkel der opt. Axen wirklich	Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
$\rho < \upsilon$	über 100°	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$	ρ = 46° 30′ β = 48° 24′	.	.	farblos
.	.	.	.	.
.	.	88° Soret	α = 1·697 β = 1·678 Dx. γ = 1·661 AB = 87° 46′	.
.		α β	γ AB (AB)	Fundort
	121°—122°	1·5433 1·5413	1·5371, 69° 3′ 121° 46′	Ceylon (b) > (c) > (a)
		1·544 1·541	1·535, 70° 4′ 124° 24′	Bodenmais Haid.
		1·5396 1·5377	1·5345, 69° 57′ 123° 38′	Orijärfvi
	61°	1·5627 1·5616	1·5523, 37° 48′ 60° 46′	Haddam Dx.
$\rho > \upsilon$	56°—77°	.	.	bräunlich {(b) > (c)} > (a) b, c dunkelbraun, roth, a nahezu wasserhell
.	sehr klein Dx.	.	.	.
.	10°—12° Dx.	.	.	.
$\rho > \upsilon$	. sehr klein Dx. 51° 50′	45° Br. (von Mähren) (v. Altenberg)	.	rosenroth, farblos, braun, b schwefelgelb bis lichtbr. c schwefelgelb bis braun a farblos bis bräunlich {(a) > (c)} > (b)
.	.	87° 34′ Haid.	α = 1·631 Haid.	c dunkelblutr. b ölgrün (c) > (b) > (a) a olivengrün Haid.
$\rho > \upsilon$ Be.	114° 2′ Schneckenstein 113° 40′, 118° Brasilien 72°, 90° „ gelb 120° 40′—121° „ farblos Dx.		Strahl D α = 1·62109 β = 1·61375 γ = 1·61161 R. AB = 56° 59′ (AB) = 100° 28′	farblos bis goldgelb, braun, rosenroth, entenblau, meergrün. Entschiedener Pleochroismus, jedoch verschieden nach der Färbung.

Substanz	Axenverhältniss a:b:c =	Theilbarkeit	Schem der Elast citätsaxe
Staurotid	2·11233:1·4478:1 (D.)	(100)	acb Be. +
Talk	.	senkrecht zu der 1. Mittellinie	Axeneb. d. Makr a Dx. —
Antigorit	.	.	a Dx. —
Asterophyllit aus Brevig	.	senkrecht zu der 1. Mittellinie	Axeneb. Längen a Dx. —
Chlorit	.	ausgezeichnet ⊥ 1. Mittellinie	Axeneben Brachyd. c [Dx.] +
Ripidolith	.	senkrecht zu der 1. Mittellinie	c Dx +
Kämmererit	.	senkrecht zu der 1. Mittellinie	c Dx. +
Pyrophyllit	.	senkrecht zu der 1. Mittellinie	Axenebe ∥ der Lä genrich a Dx. —
Galmei	1:0·7827:0·483 (D.)	ausgezeichnet (110) weniger (011)	abc [Dx +
Prehnit	1·19035:1:0·66963 (D.)	(001)	bac Dx +
Harmotom	1·031:1:0·716 (D.)	deutlich (100) weniger (001)	acb Dx +
Comptonit Thomsonit	1·0117:1:0·7225 (D.)	vollkommen (100) weniger (010)	cab Dx +

ispersion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
$\rho > \upsilon$ Be.	.	85° Br.	$\beta \rho = 1 \cdot 7526$ Mi.	(c) > (b) (a) c hyazinthroth in blutroth b, a gelblich hyazinthroth Haid.
.	.	.	7° 24′ Br.	.
.	sehr klein Dx.	.	.	a helllauchgrün in's leberbraune Makr. u. Brachyd. dunkellauchgrün (a) < (Makrod.) (Brachyd.) Haid.
.	sehr gross Dx.	.	.	.
$\rho < \upsilon$	15°	.	. .	pistaziengrün bis braun {(b) > (c)} > (a) a hellbraun bis farblos b ölgrün in pistaziengrün c spargelgrün in zeisiggr.
.	< 20° Dx.	.	.	.
.	< 20° Dx.	.	.	.
.	110° c. Dx.	.	.	.
ispers. betr. $\rho > \upsilon$	70°—80°	.	.	farblos oder wenn gefärbt, zu klein krystallinisch u. unvollkommen durchsichtig, so dass Pleochroismus nicht zu bemerken ist
.	119° c. Dx.	.	.	.
.	90° c. Dx.	.	.	.
.	79° c. Dx.	56° 6′ Br.	$\mu = 1 \cdot 553$ Br.	.
		.	.	.

Substanz	Axenverhältniss a:b:c=	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxen
Mesotyp / Brevicit	1·0176:1:0·7165 (D.)	vollkommen (110)	bac Dx. +
Stilbit	1·3232:1·2285:1 Quenstedt	leicht (100)	bca Dx. —
Euchroit $4CuO, AsO_5 + 7HO$	1:0·963:0·586 (D.)	.	cab +
$AmO, C_4O_3 + 3HO$	1:0·6361:0·3561 G. Rose	unvollkommen (001)	bca ρ — / cba υ —
BaO, FoO_3	1:0·8638:0·7650 Heusser	deutlich (110)	bac [Dx. +
$SrO, FoO_3 + 2HO$	1:0·6065:0·5949 Heusser	nicht spaltbar	bca —
CaO, FoO_3	1:0·7599:0·4671 Heusser	.	bac Dx. +
LiO, AcO_3	x:1:0·626 Schabus	vollkommen (011)	cba L. —
$NaO, LiO, AcO_3 + 7HO$	x:1:0·6188	vollkommen (011)	cba —
$NiO, AcO_2 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7HO$	1:0·9494:0·8671	undeutlich	abc —
$CoO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7HO$	1:0·9580:0·8668		
$ZnO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7HO$	1:0·9140:0·8977		
$MgO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6HO$	1:0·6042:0·3960	undeutlich	cba —
$CdO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6HO$	1:0·6289:0·3904		

persion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
.	90° c. Dx. .	. .	$\alpha = 1{\cdot}522$ $\gamma = 1{\cdot}516$ Br.	. .
.	61° Dx.	41° 42' Br.	$\mu = 1{\cdot}508$ Br.	.
.	60°—70°	.	.	smaragdgrün (a) > (b) > (c)
$\rho < \upsilon$	$\rho = 17°$ $\upsilon = 20°$	11° 12° 40'	brech. Kante parallel a b $\rho = 1{\cdot}552,\ 1{\cdot}550$ $\gamma\rho = 1{\cdot}563,\ 1{\cdot}564$ $\beta = 1{\cdot}570,\ 1{\cdot}572$	farblos
$\rho < \upsilon$	$\rho = 167°\ 54'$ $\upsilon = 170°$	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$	112° 15' Dx. 112° 48'	.	$\alpha = 1{\cdot}54148$ $\beta = 1{\cdot}52616$ Dx. $\gamma = 1{\cdot}48664$ AB = 62° 26' (AB) = 104° 33'	farblos
$\rho < \upsilon$ Dx.	$\rho = 39°10'$ $\gamma = 40°20'$ $\gamma\rho = 42°50'$ $\beta\lambda = 44°30'$	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$ L.	sehr gross L.	.	.	farblos
.	sehr gross	.	.	farblos
Disp. gering $\rho < \upsilon$	c. 100° 103° 38' c. 110°	. . .	. . .	smaragdgrün (c) > (b)/(a) schwache Unterschiede ölgrün (b) > (c) > (a) schwache Unterschiede schwefelgelb (a) > (b) > (c) kaum merklich
$\rho > \upsilon$	$\rho = 13°$ $\upsilon = 10°\ 30'$ $\rho = 57°\ 54'$ $\upsilon = 54°\ 24'$	. .	. .	goldgelb mit licht smaragdgrüner Fluorescenz ohne deutlichen Pleochroismus

Substanz	Axenverhältniss a:b:c=	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxen
$CaO,AcO_3+2U_2O_3,AcO_3+8HO$	1:0·9798:0·3890	. .	cab +
$KO,2\overline{T}+2HO$	1:0·7372:0·7115 Schabus	leicht (010) weniger (011) noch weniger (100)	abc L.
$KO,\overline{Td}+NaO,\overline{Td}+8HO$ $KO,\overline{Tl}+NaO,\overline{Tl}+8HO$	1:0·8317:0·4372 Kopp	undeutlich	bca [Dx.] +
$AmO,\overline{Td}+NaO,\overline{Td}+8HO$ $AmO,\overline{Tl}+NaO,\overline{Tl}+8HO$	1:0·8592:0·4378 Kopp	undeutlich	cba − cba Dx +
$AmO,\overline{U}+2HO$	1:0·8465:0·5086 Provostaye	undeutlich (110)	abc +
Citronensäure, $\overline{C}$	1:0·6016:0·4055 Heusser	(100)	cab Br. + acb Dx. +
$NaO,\overline{C}+3HO$	1:0·6289:0·2446 Heusser	(001) (100)	bca −
$CaO,2\overline{M}+9HO$	1:0·9477:0·8922 Pasteur	leicht (010)	cba +
$AmO,2\overline{M}+HO$	1:0·7766:0·7230 Rammelsberg	ausgezeichnet (010)	bac [Dx.] −
Pikrinsalpetersaures Ammoniak	1:4733:1:0·5257 Handl	.	cab L. +
Hippursaurer Kalk	1:0·7118:0·5196 Schabus	vollkommen (010) weniger (100)	abc L.
Asparagin	1:0·8327:0·4737 Miller	(010)	bca L. −
Salpetersaures Anilin	1:0·6265:0·5724	ausgezeichnet (100)	cab −
Schwefelsaures Brucin	x:1:0·8445	ausgez. (100) (010)	1. Mittell. 2. Mittell

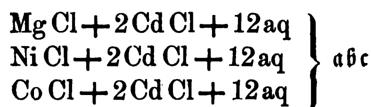
(Dis)persion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen		Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
	scheinbar	wirklich		
ρ < υ L.	.	.	.	Gelb ohne Pleochroismus, fluorescirt mit grünlich blauem Schimmer
.	sehr gross L.	.	.	farblos
ρ > υ [Sén.]	ρ = 133° 26′ υ = 89° 24′ He.	ρ = 76° υ = 56° He.	βρ = 1·4929 βγ = 1·4985 He.	farblos
ρ > υ [Sén.]	ρ = 100° υ = 70° Sén.	ρ = 62° υ = 46° Sén.	β = 1·495 β = 1·490 Sén.	farblos
ρ < υ	ρ = 104° 10 υ = 107° 35′	.	.	farblos
(D)isp. gering ρ < υ	123° 20′ Br.	70° 29′ Br.	μ = 1·527 Br.	farblos
ρ < υ	c. 100°	.	.	farblos
ρ > υ	ρ = 109° 6′ υ = 105° 15′	.	.	farblos
(D)isp. gering ρ < υ	76° 20′ Dx. 75° 24′	.	.	farblos
.	gross L.	.	.	goldgelb mit violettem Flächenschiller
.	gross L.	.	.	bräunlichweiss
.	sehr gross L.	.	.	farblos
ρ < υ	sehr gross	.	.	röthlichgrau; a grünlichgelb, b hellviolett, c weingelb; (a) > (b) (c)
.	.	.	.	schmutzig braun, kein merklicher Pleochroismus

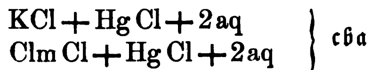
Substanz	Axenverhältniss a:b:c=	Theilbarkeit	Schema der Elasticitätsaxe
Morphin	1:0·4998:0·4645 Schabus	(100)	cab L.
Codeïn	1:0·9601:0·8277 Miller	(001)	bca [Dx —
HCl+Glycin	1:0·9004:0·2783 Schabus	ausgezeichnet (021) weniger (100) (001)	acb L. —
Traubenzucker+NaCl	1:0·5040:0·2898 Pasteur	.	cba Dx. +
Anemonin	1:0·8390:0·3969	.	cba —
Cumarin	1:0·9658:0·3552 Provostaye	.	acb L. +
Sorbin	1:0·3523:0·3357 Berthelot	(100)	acb Dx. —
Milchzucker	1:0·6214:0·2188 Schabus	(010) (001)	cba —
Mannit	1:0·5200:0·4718 Schabus	ausgezeichnet (100)	abc —
Salicin	1:0·401:0·3486 Schabus	.	cab L.
Bromisatin	1:0·4585:0·4186	(100)	cab —
Terpin	1:0·8042:0·4717 Rammelsberg	leicht (110)	bca [Dx.] +
Santonin	1·2239:1:0·2013 L.	.	bca L. +

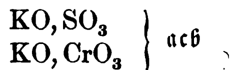
Dispersion der opt. Axen	Winkel der opt. Axen scheinbar	wirklich	Brechungsexponenten und berechnete Axenwinkel	Farbe, Pleochroismus, Absorption
gegen ρ + L.	.	.	.	farblos
Disp. gering $\rho < \upsilon$	über 150°	.	Strahl D $\beta = 1{\cdot}5435$ $\gamma = 1{\cdot}5390$	farblos
$\rho < \upsilon$ L.	$\rho = 62° 40'$ $\gamma = 63° 50'$ $\rho\gamma = 65° 10'$ $\beta = 66° 50'$ } L.	.	.	farblos
.	sehr klein Dx.	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$	$\rho = 78°$ $\upsilon = 81° 30'$	.	.	farblos
.	.	.	.	farblos
.	99° 30' Dx.	.	.	.
$\rho < \upsilon$	c. 40°	.	.	farblos
$\rho < \upsilon$	c. 100°	.	.	farblos
.	gross L.	.	.	farblos
.	.	.	.	nelkenbraun a rothbraun, b gelbl. orange } (a)>(c)>(b)
Disp. gering $\rho < \upsilon$	143° 10'	.	.	farblos
D. sehr stark $\rho < \upsilon$	$\rho = 34° 50'$ $\gamma\rho = 45° 30'$ $\upsilon = 61° 30'$ L.	.	.	gelb wird durch das Licht entfärbt.

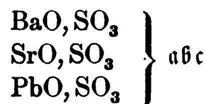
Es ergeben sich aus den angeführten Thatsachen manche für die Theorie der Optik bemerkenswerthe Resultate. Wird die Kraft, mit welcher ein Aethertheilchen durch sämmtliche innerhalb seiner Wirkungssphäre gelegenen Aetherpunkte afficirt wird, gleich m S f(r) gesetzt, so hängt diese offenbar ab von der Einwirkung der materiellen Atome auf den Aether. Denn sie ist eine andere im freien Raume, eine andere in den Körpern. In den Körpern kommen zwei Momente in Erwägung. Einerseits ist es die Qualität des Stoffes, andrerseits die Dichtigkeit und die relative Vertheilung desselben. Um zu erfahren, von welchem Einflusse diese beiden Momente auf die Modification der Elasticität des Aethers sind, müssen Beobachtungen angestellt werden, bei denen einerseits der Einfluss der Dichtigkeit und Anordnung der Körpertheilchen bei verschiedener Qualität, andrerseits der Einfluss der Qualität bei verschiedener Dichtigkeit eliminirt ist. Mit andern Worten, es muss die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes beobachtet werden, einmal in verschiedenen Stoffen, die aber gleichartige Aggregation und Dichte besitzen; dann aber in Körpern, die bei gleicher Substanz nach verschiedenen Richtungen verschieden dicht sind. Beobachtungen der erstern Art werden im III. Anhange besprochen werden. Die Untersuchungen isomorpher Gruppen von Krystallen bieten die zweite Klasse von Beobachtungen dar. Es lassen sich hier folgende Verhältnisse nachweisen:

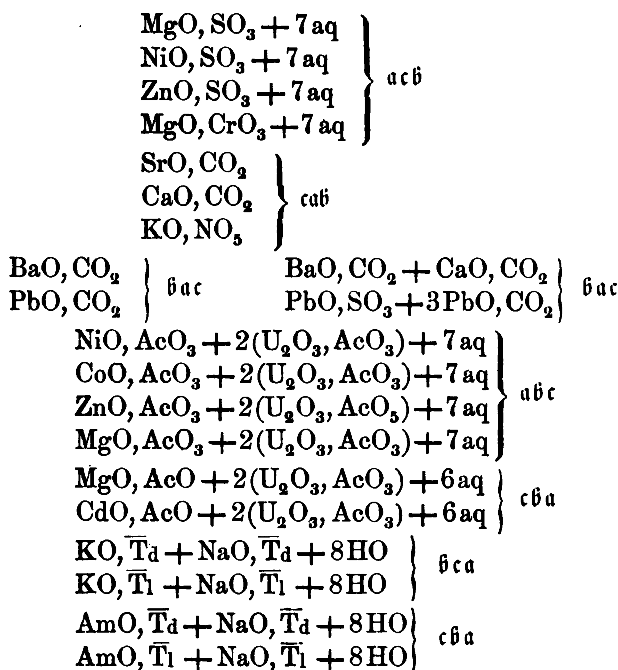
1. Die einzelnen Glieder der Gruppe besitzen gleich orientirte Elasticitätsaxen.











$MgO, SO_3 + 7\,aq$
$NiO, SO_3 + 7\,aq$
$ZnO, SO_3 + 7\,aq$
$MgO, CrO_3 + 7\,aq$
} acb

SrO, CO_2
CaO, CO_2
KO, NO_5
} cab

BaO, CO_2
PbO, CO_2
} bac

$BaO, CO_2 + CaO, CO_2$
$PbO, SO_3 + 3\,PbO, CO_2$
} bac

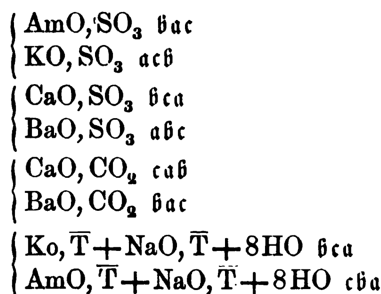
$NiO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7\,aq$
$CoO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7\,aq$
$ZnO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_5) + 7\,aq$
$MgO, AcO_3 + 2(U_2O_3, AcO_3) + 7\,aq$
} abc

$MgO, AcO + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6\,aq$
$CdO, AcO + 2(U_2O_3, AcO_3) + 6\,aq$
} cba

$KO, \overline{T}d + NaO, \overline{T}d + 8\,HO$
$KO, \overline{T}l + NaO, \overline{T}l + 8\,HO$
} bca

$AmO, \overline{T}d + NaO, \overline{T}d + 8\,HO$
$AmO, \overline{T}l + NaO, \overline{T}l + 8\,HO$
} cba

2. Die einzelnen Glieder der Gruppe besitzen verschiedene Orientirung.



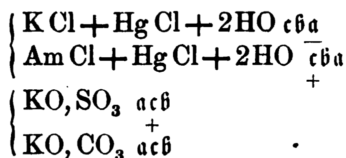
{ AmO, SO_3 bac
{ KO, SO_3 acb

{ CaO, SO_3 bca
{ BaO, SO_3 abc

{ CaO, CO_2 cab
{ BaO, CO_2 bac

{ $Ko, \overline{T} + NaO, \overline{T} + 8\,HO$ bca
{ $AmO, \overline{T} + NaO, \overline{T} + 8\,HO$ cba

3. Bei gleicher Orientirung ist doch der Charakter der Doppelbrechung verschieden.



{ $KCl + HgCl + 2\,HO$ cba −
{ $AmCl + HgCl + 2\,HO$ cba +

{ KO, SO_3 acb +
{ KO, CO_3 acb −

(Vergleiche Sénarmont Ann. ph. ch. 1851, 33, 425 ff.)

Nun ist es aber als gewiss anzunehmen, dass die Dichtigkeit der Materie in isomorphen Körpern in gleicher Weise orientirt sei. Dafür spricht, ausser der Uebereinstimmung der Gestalten und der Theilbarkeit, die Fähigkeit des Zusammenkrystallisirens in unbestimmten Verhältnissen und das nahezu gleiche specifische Volumen.

Im Allgemeinen ergibt sich somit, dass die Elasticitätsverhältnisse des Aethers nicht analog den Körperdichten orientirt sind. Besonders merkwürdig sind in dieser Beziehung die isomorphen Kali- und Ammoniakverbindungen.

Dazu kommt noch die Dispersion der optischen Axen. Im mellithsauren Ammoniak ist der Axenwinkel für rothes Licht nahezu so gross als der für violettes, und die beiden Axenebenen schneiden sich rechtwinklig. Es liegen also hier in einem Körper die Elasticitätsaxen verschieden für verschiedene Farben. Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, in wiefern überhaupt die Anwendung der Fresnel'schen Definition der Elasticitätsaxen für verschiedene Farben zulässig ist; jedenfalls ergibt sich aber auch aus der Betrachtung der Verhältnisse dieses Körpers, dass bei völlig gleichartiger Substanz fester Körper die Elasticitätsverhältnisse nur sehr complicirte Functionen der Körperdichte sein können, wenn man es überhaupt zugeben will, dass zwischen beiden eine directe Relation stattfindet.

Es erscheint viel wahrscheinlicher, dass Dichte und Gestalt der Krystalle von der Form, das optische Verhalten aber von der inneren Beschaffenheit der Molecule abhängt: dass die mechanischen Kräfte, welche die regelmässige Aggregation der Molecule zur geschlossenen symmetrischen Krystallform bedingen, dadurch mittelbar auch die optischen Hauptrichtungen orientiren, dass aber diese Grössen ganz anderer Ordnung sind. Darum scheint es auch, dass man aus Aenderungen, welche Druck oder Erwärmung an dem optischen Verhalten fester Körper hervorruft, durchaus keinen Schluss auf den Zusammenhang zwischen ponderabler Materie und Aether ziehen darf. Bei der Näherung oder Entfernung der einzelnen Molecule ändern sich freilich die Verhältnisse in ihrem Inneren, aber es fehlen bis jetzt alle Anhaltspunkte, um aus diesen Aenderungen irgend etwas Weiteres erschliessen zu können. Man

kann höchstens die Kategorien nach ihrer Verwandtschaft ordnen und etwa Leitungsvermögen für Wärme und Elektricität, magnetische Induction in eine erste, Elasticität, Härte, Theilbarkeit und Dichte in eine zweite, Doppelbrechung, Absorption und Diathermansie aber in eine dritte Gruppe zusammenfassen. Im Allgemeinen aber ist es nicht möglich über das hinaus zu gehen, was Sénarmont am Schlusse des oben citirten Aufsatzes, welcher eben die Untersuchung der optischen Verhältnisse isomorpher Körper zum Inhalte hat, aussagt: „*Les experiences tendent à cette conclusion que les causes mécaniques déterminantes de la forme géometrique sont d'un autre ordre, que les causes mécaniques déterminantes des propriétés optiques biréfringentes, puisque cette forme demeure la même dans des groupes entiers de substances isomorphes, tandis que les propriétés optiques éprouvent dans leurs éléments essentiels non seulement des modifications de quantité, mais une inversion complète de grandeur relative. Une même cause ne saurait se manifester en même temps par des effets géometriques semblables et par des effets optiques opposées. Les rapports entre les propriétés optiques des crystaux et leurs types géometriques pourraient bien être effectivement un simple résultat de symmétrie. Nous n'avons, il est vrai, aucune notion certaine sur les relations reciproques de l'agent lumineux et de la matière pondérable; mais il est assez évident que dans tout réseau moléculaire constitué avec des conditions d'arrangement regulier, par rapport à certaines directions, les resultantes générales des forces émanées de chaque molécule s'exercent elles mêmes, quelque soit d'ailleurs leur nature propre et leurs causes premières, suivant ces mêmes directions, devenues ainsi des axes de symmétrie pour tout les phénomènes physiques qui dépendent de ces forces. Le caractère de coordination semblable, emprunt dans les propriétés d'ailleurs très diverses dans la forme géometrique, les caractères optiques, thermiques etc. ne prouvera nullement l'identité des forces elles mêmes, mais seulement l'identité de directions de leur resultantes. Pour l'identité des forces il faudrait quelque chose de plus: leurs effets suivant ces directions obligées devraient au moins conserver entre eux le même ordre de grandeur relative; or c'est le contraire qui vient se manifester pour la lumière et l'on trouve des différences du même genre pour la chaleur, l'électricité, le magnetisme, pour tous*

les agents physiques, en un mot, lorsqu'on peut soumettre les crystaux à des éprouves assez précises et assez variées.“

III.

Ueber den Zusammenhang zwischen der Aenderung der Dichten und der Brechungsexponenten in Mischungen von Flüssigkeiten.

Die zahlreichen Beobachtungen über die Aenderung der Dichte und Brechungsexponenten von Salzlösungen verschiedener Concentration, welche im speciellen Theile dieses Werkes angeführt sind, veranlassten mich, über die wechselseitige Bedingtheit dieser Aenderungen nachzudenken. Es ist bekannt, dass für Flüssigkeiten, welche im Gemische mit Wasser beträchtliche Contractionen aufweisen, die Dichtigkeitsänderungen genau bestimmt sind; für zwei Alkohole hat Ste. Claire-Deville auch die entsprechenden Aenderungen der Brechungsexponenten beobachtet. Da wässerige Salzlösungen bei fortschreitender Verdünnung nur sehr geringe Abweichungen von dem nach der gewöhnlichen Mischungsregel (welche von der nie fehlenden Contraction in einem oder dem andern Sinne absieht) zeigen, und die Grenzen der Empfindlichkeit des Instrumentes, dessen ich mich zur Bestimmung der Brechungsverhältnisse bedienen konnte, die vierte Dezimalstelle im Brechungsexponenten nicht mehr garantiren lassen, Beobachtungen des Ganges des Lichtstrahles in solchen Flüssigkaiten darum auch nicht wohl zur Begründung oder Widerlegung einer theoretischen Ansicht über den Zusammenhang zwischen den entsprechenden Aenderungen zu brauchen sind, so hielt ich mich zunächst an die Deville'schen Angaben, die sich auf Flüssigkeiten beziehen, wo der Einfluss der Contraction ein höchst sensibler ist.

Man hat zwar, sowohl um die Brechungsverhältnisse zusammengesetzter Gasarten, als auch die von Flüssigkeitsmischungen theoretisch zu bestimmen, die specifischen brechenden Kräfte mit einander zu vergleichen gesucht, in deren Ausdruck sowohl die Aenderung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, als auch die Modification des Volums Platz findet. Da aber die Grundanlage dieser Formeln auf den Anschauungen der Emanationshypothese beruht, so habe ich es vorgezogen, nach

einem von jeder theoretischen Ansicht unabhängigen Ausdrucke zu suchen, in welchem nur die Annahme, dass das Brechungsverhältniss der Quotient der Geschwindigkeiten in Luft und Flüssigkeit ist, der Vibrationstheorie entsprechend eingeführt wurde.

Es seien gegeben zwei (gasförmige oder tropfbarflüssige) Substanzen, von dem Gewichte p_1 und p_2, der Dichte d_1 und d_2, den Voluminibus v_1 und v_2. Werden die beiden gemischt, so wird im Allgemeinen, insofern eine chemische Action stattfindet, das neue Volum nicht der Summe der Volumina gleich sein. Sieht man ganz von dem innern Vorgange bei der Contraction (oder Dilatation) ab, so kann man das neue Volum V in einer Reihe

$$V = v_1 + v_2 + av_1^2 + bv_1 v_2 + cv_2^2 + dv_1^3 + ev_1^2 v_2 + fv_1 v_2^2 + gv_2^3 + \ldots$$

entwickeln, wo die Constanten durch die Beobachtungen bestimmt werden können. Nun ist, sobald wir $v_1 = o$ setzen, $V = v_2$; es müssen demnach alle die Coefficienten, welche mit v_2^2, $v_2^3 \ldots$ verbunden sind, für sich der Nulle gleich sein; aus denselben Gründen auch die Coefficienten, von v_1^2, $v_1^3 \ldots$ und der neue Ausdruck für V wird

$$V = v_1 + v_2 + bv_1 v_2 + ev_1^2 v_2 + fv_1 v_2^2 + iv_1^3 v_2 + \ldots$$

oder wenn wir auf die Glieder der vierten Ordnung nicht mehr Rücksicht nehmen

$$V_1 = v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2$$

wo $\delta = b + ev_1 + fv_2$. Durch Beobachtung des ursprünglichen und des neuen Volums, oder der ursprünglichen und der neuen Dichte kann δ bestimmt werden. Es ist

$$D = \frac{p_1 + p_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}.$$

Nehmen wir nun an, ein Lichtstrahl durchschreite eine Schicht der ersten Flüssigkeit von der Dicke s_1 in der Zeit t_1, eine Schicht der zweiten Flüssigkeit von der Dicke s_2 in der Zeit t_2. Es ist somit die Geschwindigkeit des Strahles in den beiden Flüssigkeiten

$$c_1 = \frac{s_1}{t_1} \quad c_2 = \frac{s_2}{t_2}$$

folglich in der Mischung der Flüssigkeiten $C = \frac{S}{T}$. Da die Zeit,

welche der Strahl zum Durchschreiten bestimmter Substanzmengen nur von der Dicke der Schicht und nicht ihrem Querschnitt abhängt, so kann man die Dicke den Voluminibus proportional setzen und hat

$$c_1 = \frac{v_1}{t_1}, \quad c_2 = \frac{v_2}{t_2}, \quad C = \frac{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}{T}.$$

Nun ist wieder die Zeit T im Allgemeinen nicht gleich der Summe $t_1 + t_2$ und wir erhalten, indem wir T in ähnlicher Weise in Reihenform mit unbestimmten Coefficienten entwickeln

$$T = t_1 + t_2 + \tau t_1 t_2$$
$$= \frac{v_1}{c_1} + \frac{v_2}{c_2} + \tau \frac{v_1 v_2}{c_1 c_2}.$$

Kehrt man nun die Formel für C um und multiplicirt dieselbe mit c, der Geschwindigkeit des Lichts in der Luft, so wird

$$\frac{c}{C} = \frac{\frac{v_1}{c_1} c + \frac{v_2}{c_2} c + \left(\frac{\tau}{c}\right) \frac{v_1}{c_1} c \frac{v_2}{c_2} c}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

$$N = \frac{v_1 n_1 + v_2 n_2 + \Theta v_1 v_2 n_1 n_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

wo N der Brechungsexponent der Mischung, n_1 und n_2 die Brechungsexponenten der Bestandtheile sind; Θ ist der Retardationscoefficient, welcher durch die Beobachtung von N, n_1 und n_2 bestimmt werden kann.

Es ist interessant, auf die Analogie dieser Formel mit der für die Dichtigkeit aufmerksam zu machen; diese ist

$$D = \frac{v_1 d_1 + v_2 d_2}{v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2}$$

und die Constante Θ dankt ihr Auftreten dem Umstande, dass zwar die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes (die Dichtigkeit, Masse?) des Aethers, nicht aber die wägbare Materie sich ihrer Quantität nach ändert.

Berechnet man nun nach diesen Formeln die Contractions- und Retardationscoefficienten für die Mischung von Alkohol und Wasser, so ergibt sich

Volumverhältniss 1. Wasser	Alkohol	Brechungsexponent nach Deville	Dichte	δ	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
0	10	1·3633	0·796	—	—	—
1	9	1·3653	0·829	—0·018	—0·0090	2·0

Volumverhältniss 1. Wasser	Alkohol	Brechungsexponent nach Deville	Dichte	δ	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
2	8	1·3662	0·859	—0·014	—0·0072	2·0
3	7	1·3651	0·880	—0·012	—0·0061	2·0
4	6	1·3633	0·902	—0·011	—0·0055	2·0
5	5	1·3629	0·9275	—0·012	—0·0060	2·0
6	4	1·3592	—	—	—	—
7	3	1·3544	0·960	—0·010	—0·0045	2·2
8	2	1·3471	0·972	—0·008	—0·0041	2·0
9	1	1·3407	0·984	—0·005	—0·0020	2·5
10	0	1·3339	1·000	—	—	—

2. Wasser	Holzgeist	Brechungsexponent nach Deville	Dichte	δ	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
0	10	1·3358	0·807	—	—	—
1	9	1·3405	0·8371	—0·014	—0·0078	1·9
2	8	1·3429	0·8619	—0·012	—0·0063	1·9
3	7	1·3452	0·8873	—0·012	—0·0064	1·9
4	6	1·3462	0·9072	—0·011	—0·0054	2·0
5	5	1·3462	0·9232	—0·0086	—0·0040	2·0
6	4	1·3452	0·9429	—0·009	—0·0058	2·1
7	3	1·3428	0·9576	—0·008	—0·0040	2·0
8	2	1·3394	0·9709	—0·006	—0·0040	1·5
9	1	1·3380	0·9751	+0·006	—0·0026	1·9
10	0	1.3339	1·0000	—	—	—

In einer Note, welche sich in den Sitzungsberichten der k. Akad. der Wissensch. vom Juni 1857 findet, haben Herr Handl und ich dieselben Verhältnisse für Salmiaklösung bestimmt; wir fanden:

Conc. Lösung	Wasser	δ	Brechungsexponent Strahl B und Θ	C	D	E
1	0	—	1·3799	1·3815	1·3824	1·3842
3	1	—0·0036	1·3662	1·3671	1·3680	1·3703
			—0·0026	—0·0027	—0·0024	—0·0028
1	1	—0·0057	1·3566	1·3578	1·3586	1·3602
			—0·0040	—0·0040	—0·0039	—0·0041
0	1	—	1·3327	1·3335	1·3342	1·3360

Hier ist $\frac{\delta}{\Theta} = \frac{3}{2}$.

Die Herren Handl und Weiss haben ferner für Schwefelsäure und Salpetersäure die Untersuchung durchgeführt. Sie erhielten

1. Für Schwefelsäure von der Dichtigkeit 1·850

Volumtheile Wasser	Volumtheile Schwefels.	Brechungsexponent des Strahles C	Dichte	δ	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
0·0	1·0	1·4307	1·8515	—	—	—
0·1	0·9	1·4369	1·821	—0·33	—0·157	2·10
0·2	0·8	1·4360	1·764	—0·29	—0·137	2·12
0·3	0·7	1·4301	1·687	—0·26	—0·124	2·10
0·4	0·6	1·4216	1·617	—0·27	—0·136	1·98
0·5	0·5	1·4105	1·525	—0·26	—0·133	1·95
0·6	0·4	1·3984	1·428	—0·25	—0·126	1·98
0·7	0·3	1·3838	1·321	—0·24	—0·121	1·98
0·8	0·2	1·3701	1·218	—0·24	—0·116	2·07
0·9	0·1	1·3524	1·108	—0·23	—0·109	2·11
1·0	0·0	1·3335	1·000	—	—	—

2. Für Salpetersäure von der Dichtigkeit 1·398

Volumtheile Wasser	Volumtheile Salpeters.	Brechungsexponent des Strahles C	Dichte	δ	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
0·0	1	1·4040	1·398	—	—	—
0·1	0·9	1·4032	1·374	—0·128	—0·059	2·17
0·2	0·8	1·3990	1·344	—0·119	—0·059	2·01
0·3	0·7	1·3953	1·314	—0·128	—0·064	2·00
0·4	0·6	1·3907	1·274	—0·115	—0·050	2·3
0·5	0·5	1·3844	1·239	—0·129	—0·062	2·08

Es zeigt sich demnach, dass der Quotient $\frac{\delta}{\Theta}$ für alle jene Flüssigkeiten, die mit Wasser gemischt eine kräftige Contraction erfahren, nahezu gleich 2 ist. Allerdings nur nahezu, was aber bei der Beschaffenheit der Constante Θ nicht anders zu erwarten ist, in welcher der Ausdruck für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in der Luft enthalten, und der somit selbst von der Dispersion in der Flüssigkeit abhängig ist. Die Messungen der Herren Handl und Weiss zeigen im Allgemeinen ein Zunehmen von Θ von Roth gegen Violett, wie nachstehendes Beispiel darthut.

Schwefelsäure - Volumverhältniss: Wasser 0·1, Schwefelsäure 0·9, $\delta = -0{\cdot}33$.

Strahl	Θ	$\frac{\delta}{\Theta}$
𝔄	—0·158	2·09
𝔅	—0·157	2·10
ℭ	—0·157	2·10
𝔇	—0·157	2·10
𝔈	—0·156	2·11
𝔉	—0·154	2·14.

Und ähnlich für alle andern Volumverhältnisse, wie es in der demnächst erscheinenden ausführlichen Publication ihrer Untersuchungen nachgewiesen werden wird.

Herr Handl versuchte auch die Anwendung unserer Formel auf zusammengesetzte Gase. Er fand, indem er die Bestimmungen von Dulong zu Grunde legte und für Kohlengas den hypothetischen Brechungsexponenten aus dem Brechungsexponenten von Kohlenoxydgas und dem hypothetischen specifischen Volum des Kohlengases berechnete,

	δ	Θ		δ	Θ		δ	Θ
NO_2:	o	o	, NO:	—0·503	—0·499,	NH_3:	—0·667:	—0·666
HCl:	+0·024	+0·022,	CO_2:	—0·500	—0·490,	C_2H_4:	—0·750:	—0·748
HCy:	—0·001	—0·001,	C_2N:	—0·500	—0·499,	C_4H_4:	—1·000:	—0·999

Anmerkung. Die δ und Θ wurden mittelst derjenigen Werthe von v_1 und v_2 berechnet, welche die aus den eudiometrischen Analysen bestimmten Volumverhältnisse der Bestandtheile in den einfachsten ganzen Zahlen ausdrücken.

Sollten nun genauere Bestimmungen der Brechungsexponenten der Gase dahin führen, dass δ genau gleich Θ gefunden würde, so ergäbe sich hieraus eine sehr einfache Relation zwischen den Aequivalentgrössen, Dichten und Brechungsexponenten der Bestandtheile eines zusammengesetzten Gases. Ist nämlich

$$V = v_1 + v_2 + \delta v_1 v_2$$

das geänderte Volum, also $\delta = \frac{V - v_1 - v_2}{v_1 v_2}$, so wird

$$N = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + (V - v_1 - v_2) n_1 n_2}{V}$$

oder da, wenn X_1, X_2 die Aequivalentgrössen der Bestandtheile, d_1 d_2 D die Dichten bezeichnet

$$N = \frac{n_1 \frac{x_1}{d_1} + n_2 \frac{x_2}{d_2} + \left(\frac{x_1 + x_2}{D} - \frac{x_1}{d_1} - \frac{x_2}{d_2}\right) n_1 n_2}{\frac{x_1 + x_2}{D.}}$$

Da nun aber die specifischen Volumina der Gase Vielfache von dem specifischen Volum irgend eines derselben, z. B. des Sauerstoffs sind, so erhält man auch, wenn v_0 das specifische Volum des Sauerstoffs, und

$$v_1 = k_1 v_0,\ v_2 = k_2 v_0,\ V = K v_0$$

gesetzt wird

$$N = \frac{n_1 k_1 + n_2 k_2 + (K - k_1 - k_2) n_1 n_2}{K}.$$



Buchdruckerei v. Friedr. Manz in Wien.





